



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO ESCOLAR**

RICARDO BUSSONS DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA EDUCACIONAL DE
APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE ROBÓTICA À LUZ DA
PEDAGOGIA DE PROJETOS**

**PORTO VELHO
2017**

RICARDO BUSSONS DA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA
EDUCACIONAL DE APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE
ROBÓTICA À LUZ DA PEDAGOGIA DE PROJETOS

Trabalho de Conclusão de Curso - Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar - Mestrado Profissional da Universidade Federal de Rondônia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação Escolar, sob orientação do Professor Dr. Marinaldo Felipe da Silva.

Porto Velho
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Fundação Universidade Federal de Rondônia
Gerada automaticamente mediante informações fornecidas pelo(a) autor(a)

S586e Silva, Ricardo Bussons da.

Desenvolvimento de uma plataforma educacional de apoio ao ensino e aprendizagem de robótica à luz da pedagogia de projetos / Ricardo Bussons da Silva. -- Porto Velho, RO, 2017.

89 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Marinaldo Felipe da Silva

Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Escolar) - Fundação Universidade Federal de Rondônia

1.Material didático. 2.Robótica educacional. 3.Pedagogia de projetos. I. Silva, Marinaldo Felipe da. II. Título.

CDU 371.315

RICARDO BUSSON DA SILVA


**DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA EDUCACIONAL DE APOIO AO
ENSINO E APRENDIZAGEM DE ROBÓTICA À LUZ DA PEDAGOGIA DE
PROJETOS**


Este Trabalho de Conclusão Final de Curso (Dissertação) foi julgado adequado e
aprovado para a obtenção do título de **Mestre em Educação Escolar** pelo
Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar - Mestrado Profissional - da
Universidade Federal de Rondônia.


Porto Velho, 27 de novembro de 2017.

Profª. Drª. Juracy Machado Pacífico
Coordenadora do PPGE/MEPE
Portaria 436/GR - 17/05/2017

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Marinaldo Felipe da Silva
Presidente - PPGE/MEPE


Prof. Dr. Robson Fonseca Simões
Membro Interno - PPGE/MEPE


**Prof. Dr. Carlos Alberto Tenório de
Carvalho**
Membro Externo - PROFMAT/UNIR

Profª. Drª. Juracy Machado Pacífico
Membro Suplente Interno -
PPGE/MEPE

Prof. Dr. Flávio Batista Simão
Membro Suplente Externo -
PROFMAT/UNIR

Dedico este trabalho a minha esposa Thaís, que tem suportado minhas chatices ao longo desta pesquisa e até mesmo antes dela, e a minha mãe Filomena, que apesar de não estar mais conosco em vida, me ajudou a ser a pessoa que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por me emprestar sabedoria e capacidade necessárias para o cumprimento dos meus deveres como pesquisador e cidadão;

Agradeço também à minha amiga e esposa, Thaís, pelo carinho, paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria do dia-a-dia. Ela que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades;

Agradeço ao meu pai, Antônio, que, apesar da distância, sempre me ajudou e incentivou a correr atrás dos meus objetivos;

Agradeço aos meus tios/pais, Marcos e Virna, e ao meu primo/irmão, Ayyub, por todo o apoio e amor que sempre me deram de forma gratuita, e ainda, por terem me acolhido com todo o carinho em sua casa após o falecimento de minha mãe, sendo este o momento mais difícil da minha vida.

E finalmente, agradeço aos meus amigos pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção melhora tudo o que tenho produzido na vida.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo principal o desenvolvimento de um módulo didático para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de Robótica aliada a Pedagogia de Projetos. Neste sentido, iniciou-se um levantamento bibliográfico acerca do tema ensino de programação de *hardware* e módulos didáticos comerciais para o estudo de microeletrônica, robótica e áreas afins seguido de uma entrevista coletiva semiestruturada com professores atuantes nos cursos técnicos integrados em Eletrotécnica e Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO, com o intuito de se obter informações referentes às suas experiências profissionais como docentes e principais dificuldades apresentadas pelos alunos nas disciplinas que envolvam programação e/ou montagem de *hardware*, para a partir de então, elaborar um novo recurso didático, que reúna as principais características técnicas e, sobretudo, pedagógicas, julgadas pelos professores, mais importantes para um bom aprendizado, e com isso desenvolver um sistema de simulação de processos industriais automatizados utilizando esteiras transportadoras, sensores de posicionamento e identificação de objetos, além de interfaces homem-máquina audiovisuais que possibilite a redução das limitações proporcionadas pelos módulos didáticos atuais e auxilie docentes em suas aulas práticas, de forma a melhorar a contextualização do conteúdo, reduzir o nível de abstração requerido do aluno nas experimentações, aproximar estas práticas de situações reais do cotidiano de um profissional técnico das áreas relacionadas a Eletricidade, e consequentemente proporcionar ao aluno um conhecimento mais significativo.

Palavras-chave: Material didático. Robótica educacional. Pedagogia de projetos.

ABSTRACT

This research had as main objective the development of a didactic module to assist in the teaching and learning process of Robotics allied to Project Pedagogy. Therefore, a bibliographic survey was started on the subject of teaching of hardware programming and didactic modules for the study of microelectronics, robotics and related areas, followed by a semistructured collective interview with faculty members in the technical courses integrated in Eletrotechnics and Informatics of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO, in order to obtain information about their professional experiences as teachers and main difficulties presented by the students in the disciplines that involve programming and/or assembly of hardware, from then on, to elaborate a new didactic resource that brings together the main technical and, above all, pedagogical characteristics, judged by the teachers, most important for a good learning, and with that to develop a system of simulation of automated industrial processes using conveyors belts, positioning sensors and identification of objects, as well as audiovisual human-machine interfaces that allow the reduction of the limitations provided by the current teaching modules and help teachers in their practical classes, in order to improve the context of the content, reduce the level of abstraction required of the student in the experiments, to bring these practices closer to real situations of the daily life of a technical professional in the areas related to Electricity, and consequently to provide the student with a more meaningful knowledge.

Keywords: Didactic material. Educational Robotics. Pedagogy of Projects.

LISTA DE SIGLAS

- A** - Ampère (unidade de corrente elétrica)
- CAN** - *Controller Area Network* (Controlador de Área de Rede)
- CC** - Corrente Contínua
- CEP** - Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos
- CLP** - Controlador Lógico Programável
- DSC** - *Digital Signal Controller* (Controlador de Sinal Digital)
- DSP** - *Digital Signal Processor* (Processador de Sinal Digital)
- GPS** - *Global Positioning System* (Sistema Global de Posicionamento)
- I2C** - *Inter-Integrated Circuit* (Circuito Inter-integrado)
- IDE** - *Integrated Development Environment* (Ambiente de Desenvolvimento Integrado)
- IFRO** - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
- IHM** - Interface Homem-Máquina
- LCD** - *Liquid Crystal Display* (Display de Cristal Líquido)
- LDR** - *Light Dependent Resistor* (Resistor Dependente de Luz)
- LED** - *Light Emitting Diode* (Diodo Emissor de Luz)
- LXDE** - *Lightweight X11 Desktop Environment* (ambiente de desktop open-source para Unix e outras plataformas POSIX, como Linux e BSD)
- MAC** - Computadores que utilizam o sistema operacional Mac OS X
- MCU** - *Microcontroller Unit* (Microcontrolador)
- MEPE** - Mestrado Profissional em Educação Escolar
- MIPS** - Milhões de Instruções Por Segundo
- MIT** - *Massachusetts Institute of Technology* (Instituto de Tecnologia de Massachusetts)
- PC** - *Personal Computer* (Computador Pessoal)
- PCI** - Placa de Circuito Impresso
- PDA** - *Personal Digital Assistant* (Assistente Digital Pessoal)
- PDIP** - *Plastic Dual Inline Package* (Pacote Plástico em Linha Dupla)
- PIC** - *Programmable Integrated Circuit* (Circuito Integrado Programável)
- PWM** - *Pulse-Width Modulation* (Modulação por Largura de Pulso)
- RGB** - *Red, Green and Blue* (Vermelho, Verde e Azul)
- RTC** - *Real Time Clock* (Relógio de Tempo Real)

SPI - *Serial Peripheral Interface* (Interface Serial de Periféricos)

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TV - Aparelho de Televisão

UNIR - Universidade Federal de Rondônia

VCC - Volts contínuos (unidade de tensão elétrica em corrente contínua)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Módulo Didático EA3600 - SDC com display	29
Figura 2: LEGO Mindstorm nas versões (a) NXT 2.0 e (b) EV3	32
Figura 3: IDE do Arduino, versão 1.0.6	34
Figura 4: PIC16F877A	37
Figura 5: Anatomia de um Raspberry Pi	39
Figura 6: Desktop do Raspberry Pi.....	39
Figura 7: <i>Kit</i> educacional para controle e supervisão aplicado de nível de fluido; (a) Vista Geral e (b) elementos integrantes do <i>kit</i>	40
Figura 8: <i>Kit</i> educacional contendo um (a) Braço robótico e um (b) robô móvel.....	41
Figura 9: <i>Kit</i> educacional contendo um robô seguidor de linha, (a) Vista superior e (b) vista lateral	41
Figura 10: Robô de baixo custo controlado via interface de áudio de um (a) <i>smartphone</i> , (b) <i>tablet</i> e (c) <i>notebook</i>	42
Figura 11: Entrevista coletiva semiestruturada com professores do IFRO	48
Figura 12: Plataforma educacional de apoio ao ensino de robótica construída (vista superior)	54
Figura 13: Placa auxiliar 1 - IHM.....	56
Figura 14: Placa auxiliar 2 - Dispositivos para controle manual.....	56
Figura 15: Placa auxiliar 3.....	57
Figura 16: Placa auxiliar 4.....	58
Figura 17: Esquemática da plataforma de ensino construída (vista superior)	59
Figura 18: Par ótico TCRT5000, (a) aparência física e (b) esquema elétrico	60
Figura 19: Módulo de detecção de cores TCS3200.....	61
Figura 20: (a) Sensor LJ12A3-4-Z/BX e (b) sensor <i>reed switch</i>	61
Figura 21: (a) Modelo de <i>push button</i> e (b) potenciômetro linear.....	62
Figura 22: RTC, (a) vista frontal e (b) posterior.....	63
Figura 23: (a) Matriz de LEDs 8×8 e (b) barra de LEDs	64
Figura 24: Displays (a) de 7 segmentos e (b) LCD	64
Figura 25: Motores de (a) rotação contínua e (b) de passo	65
Figura 26: (a) Motor servo e (b) braço robótico.....	65
Figura 27: (a) Relés 12Vcc/3A e (b) montagem na placa	66

Figura 28: <i>Protoboard</i> 1680 pontos	66
Figura 29: Exemplo de utilização - figura base	68
Figura 30: Exemplo de utilização - fluxograma de processos	69
Figura 31: Exemplo de utilização - passo 1, (a) placas e (b) Arduino	70
Figura 32: Exemplo de utilização - movimentação do braço robótico.....	71
Figura 33: Exemplo de utilização - mensagem referente ao sensor 1	72
Figura 34: Exemplo de utilização - análise da peça por (a) cor e material (b) metálico e (c) magnético	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dados técnicos do Módulo <i>Bit9</i> EA3600	29
Quadro 2: Dados técnicos do <i>Kit</i> LEGO Minsdstorm NXT 2.0.....	31
Quadro 3: Comparativo entre as diferentes versões da plataforma Arduino.....	35
Quadro 4: Exemplos de modelos das famílias PIC	36
Quadro 5: Apresentação dos professores colaboradores da pesquisa.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	ROBÓTICA	18
2.1.1	A Robótica no Tempo	19
2.2	ROBÓTICA E A EDUCAÇÃO	21
2.3	PEDAGOGIA DE PROJETOS	23
2.4	ROBÓTICA EDUCACIONAL À LUZ DA PEDAGOGIA DE PROJETOS	26
2.5	KITS DIDÁTICOS	28
2.5.1	BIT 9	28
2.5.2	Kit LEGO Mindstorms	30
2.5.3	Arduino, Microcontroladores PIC e Raspberry Pi	32
2.5.4	Pesquisas para desenvolvimento de kits didáticos	39
3	METODOLOGIA	43
3.1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
3.2	COLETA DE DADOS	45
3.3	APRESENTAÇÃO DOS DADOS DA ENTREVISTA	48
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1	DESENVOLVIMENTO DO KIT DIDÁTICO	54
4.2	DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES	58
4.2.1	Dispositivos de Entrada	58
4.2.2	Dispositivos de Saída	63
4.3	EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA	67
4.3.1	Atividade Exemplo	67
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICES	80
	ANEXOS	84

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta uma pesquisa realizada em parceria com professores de disciplinas do Núcleo Profissionalizante e a disciplina de Física (área de elétrica), do Núcleo Básico, do curso Técnico em Eletrotécnica do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO, Campus Porto Velho – Calama.

A idealização desta pesquisa se deu quando percebi¹ durante a aplicação da Pedagogia de Projetos em minhas aulas, no ano de 2015, na disciplina de Automação Predial, ministrada para as turmas 3º ano do curso técnico em Eletrotécnica integrado ao Ensino Médio do IFRO Campus Porto Velho – Calama. Os alunos apresentavam uma dependência exacerbada da figura de um ser detentor de todos os saberes, que a vista dos alunos seria o professor, o que me pareceu estranho, pois ao experimentar essa forma de ensino em minha graduação, lembro-me que recorriamos ao auxílio de um professor pouquíssimas vezes, somente após esgotarmos todas as possibilidades pensadas para a resolução do problema.

No ano seguinte, desta vez, também com turmas do 1º ano do mesmo curso, a fim de minimizar a necessidade que os alunos tinham de que um professor os ajudasse constantemente, iniciei a metodologia partindo de aulas introdutórias expositivas relacionadas à diversos componentes eletrônicos, como sensores, atuadores, dispositivos de processamento (Arduino e CLPs – Controladores Lógico Programáveis) e outros. Os resultados foram melhores, todavia as dúvidas eram sempre as mesmas. “Como faço para movimentar essa peça?” ou “por onde eu devo começar?”. Isso me fez perceber a dificuldade que os alunos apresentavam em relacionar conceitos simples às atividades reais e ainda abstrair um conhecimento teórico com o objetivo de torná-lo prático.

Por conseguinte, após concluírem seus projetos, cuja construção durava cerca de oito meses, os alunos, apesar de obterem “êxito”, possuíam um conhecimento bastante restrito acerca de alguns poucos componentes elétricos e eletrônicos, afinal, mesmo tendo se passado oito meses, alguns fatores limitavam o desenvolvimento de seu conhecimento técnico, por exemplo: o tempo, os alunos dispunham de oito meses não apenas para se dedicar ao seu projeto, mas também às demais disciplinas de seu curso, e ainda à seus afazeres pessoais, logo o tempo dedicado as atividades do projeto era drasticamente reduzido a algumas horas semanais. Além disso, outras questões, como a falta de responsabilidade e auto regulação dos

¹ As utilizações de termos em primeira pessoa do singular referem-se ao pesquisador responsável por este trabalho, e estão restritas à introdução do mesmo.

alunos, talvez devido a imaturidade, comum em adolescentes, neste caso, dentro da faixa etária de 14 a 18 anos de idade, contribuíam para a redução das potencialidades desta metodologia de ensino.

Em meio a estas situações pude perceber que a Pedagogia de Projetos que conheci na graduação precisaria ser adaptada a um público em formação básica e técnica. De certo que suas principais características deveriam ser mantidas, no entanto, a efetividade do processo de ensino e aprendizagem deveria ser potencializada com algo capaz de iniciar o ensino dos alunos de maneira ainda mais atrativa e principalmente lúdica e não apenas expositiva como anteriormente. Afinal, na Pedagogia de Projetos é necessário “ter coragem de romper com as limitações do cotidiano, muitas vezes auto-impostas” (ALMEIDA e FONSECA JÚNIOR, 2000, p. 22) e “delinear um percurso possível que pode levar a outros, não imaginados *a priori*” (FREIRE E PRADO, 1999, p. 113), mas, para tanto, é fundamental repensar as potencialidades de aprendizagem dos alunos para a investigação de problemáticas que possam ser significativas para eles e repensar o papel do professor nesta perspectiva pedagógica, inclusive integrando as diferentes mídias e outros recursos existentes no contexto da escola.

Assim, pensou-se na utilização da Robótica Educacional como ferramenta inicial para a prática com Pedagogia de Projetos no Ensino Básico/Técnico. Assim, os alunos poderiam familiarizar-se com o controle, montagem e programação de *hardware* antes de iniciarem seus projetos. Para isso, seriam utilizados *kits* educacionais em eletrônica analógica e/ou digital, eletricidade básica e àqueles direcionados a robótica educacional propriamente dita, como o *Kit* LEGO Mindstorm, Modelix e ainda *kits* baseados na plataforma Arduino, PIC e Raspberry.

Porém, em conversa com professores mais experientes das áreas técnicas, e observando os alunos durante aulas experimentais, onde se utilizavam estes módulos, observei que grande parte destes, apesar de se adaptarem bem àquelas ferramentas, ainda não conseguiam contextualizar a atividade adequadamente, ao menos o suficiente para conseguir reproduzi-la sem o auxílio de um *kit* educacional ou um professor. E foi então que comecei a verificar que aquelas ferramentas, da forma como foram construídas, poderiam, de certa forma, limitar o avanço técnico científico do aluno, ainda que utilizadas no início de uma atividade maior, pois os alunos poderiam ficar condicionados a utilizarem apenas aqueles mecanismos “engessados” dos módulos e não os construir como a Pedagogia de Projetos sugere. Ou seja, os módulos precisavam ser aperfeiçoados do ponto de vista pedagógico e técnicas de maneira a possibilitar aos alunos obtenção de um conhecimento mais consolidado, mantendo os pontos fortes dos módulos didáticos atuais e agregando outros quesitos pedagógicos e técnicos

julgados fundamentais pelos professores, tomando por base suas vivências e observações em sala de aula.

Esta pesquisa teve como objetivo geral, desenvolver um módulo didático de apoio ao ensino e aprendizagem de programação e montagem de *hardware*, que retrate de maneira adequada equipamentos e sistemas reais automatizados, embarcados² ou não, encontrados em indústrias que trabalhem com sistemas de esteiras transportadoras e seleção sistematizadas de peças.

A pesquisa iniciou-se com um levantamento bibliográfico acerca de *kits* didáticos para o ensino das áreas da Eletricidade, abrangendo automação predial e industrial, e microeletrônica voltada aos sistemas digitais e analógicos e à robótica aplicada na Educação Básica e Tecnológica. E, devido ao universo desta pesquisa centrar-se no IFRO, Campus Porto Velho – Calama, optou-se por direcionar o foco desta etapa para os módulos educacionais que foram ou são utilizados nesta instituição, em virtude de minha relação profissional com a mesma e a sua contribuição para com esta pesquisa.

Em seguida, após a aprovação do projeto de pesquisa por parte do CEP - Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos, seguindo orientações estabelecidas pela Resolução nº466 de 12 de dezembro 2012, do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2013), realizou-se uma entrevista coletiva semiestruturada com professores das áreas técnicas relacionadas a Eletricidade e Física, conforme supracitado, com o objetivo de identificar possíveis questões que passaram despercebidas durante minhas aulas e, ainda solicitar contribuições de cunho técnico para a construção do módulo de ensino aqui proposto.

1.1 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está organizado em três partes, sendo na primeira, o Referencial Teórico, apresentada toda a fundamentação teórica que serviu de base para o desenvolvimento desta pesquisa, iniciando com uma explanação sobre a Robótica e sua inserção na educação pelo pioneiro Papert (1986). Em seguida, apresenta-se de um estudo sobre a Pedagogia de Projetos, embasada por Prado (2011) e Freire (2002) e uma correlação entre ambas as metodologias de ensino. Por fim, esta Seção inclui diferentes *kits* didáticos comerciais e outros desenvolvidos em pesquisas similares a esta, que nortearam a elaboração e construção do equipamento proposto.

² Dispositivos computacionais completos e independentes, mais simples que um computador de propósito geral (desktops), encarregados de controlar, em tempo real uma função ou equipamento específico.

Em sequência, na Seção “Metodologia”, seguindo a estrutura de pesquisa-ação de Thiollent (1996), detalham-se os procedimentos empregados desde o início até a conclusão desta pesquisa. Englobando, a delimitação do universo da pesquisa, os mecanismos para coleta de dados, bem como sua análise posterior e a determinação das características a serem empregadas no produto final, resultante deste estudo.

Na Seção “Resultados e Discussões”, descreve-se detalhadamente o protótipo de plataforma educacional projetado e construído após se estabelecer quais as características pedagógicas e técnicas deveriam compor o protótipo. Além disso, realiza-se uma discussão sobre a estrutura e funcionamento dos componentes utilizados, afim de evidenciar ao leitor as minúcias do equipamento.

Por fim, na Seção “Considerações Finais”, o trabalho apresenta os resultados desta pesquisa, bem como a possibilidade de sua aplicação em ambientes de ensino, como salas de aula e laboratórios. Apontam-se ainda, melhorias futuras no equipamento e evoca-se a importância da construção de materiais de apoio à utilização por parte tanto dos alunos quanto dos professores, garantindo que este novo *kit* de ensino, aliado a Pedagogia de Projetos permitam ao professor explorar todo o potencial aluno.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ROBÓTICA

A robótica em diferentes formas, tem se mantido presente nas mentes dos seres humanos, desde o momento em que se pôde construir algo. Antigamente, artesãos utilizavam máquinas que tentavam copiar movimentos humanos, a exemplo, se tem a torre do relógio de São Marcos em Veneza, cujas estátuas humanas batem o sino em determinados momentos, ou as imagens que contam uma história no século XV no Relógio Astronômico, no lado do Old Town Hall Tower, em Praga (NIKU, 2015). De simples brinquedos a máquinas sofisticadas com movimento de repetição, e até mesmo em filmes, a robótica vem atravessando diferentes fases, oferecendo contribuições para a sociedade, perpassando ainda, pela educação.

Pode-se definir a robótica como sendo

(...) a arte, a base de conhecimento e *know-how* de concepção, aplicação e uso de robôs em atividades humanas. Sistemas robóticos consistem não apenas em robôs, mas também em outros dispositivos e sistemas utilizados em conjunto com os robôs. Os robôs podem ser usados em ambientes de manufatura, exploração subaquática e espacial, para ajudar os deficientes, ou mesmo para

a diversão. De qualquer forma, os robôs podem ser úteis, mas precisam ser programados e controlados. A robótica é um assunto interdisciplinar que se beneficia das engenharias mecânicas, elétricas e eletrônica, da ciência da computação, das ciências cognitivas, da biologia e de muitas outras disciplinas (NIKU, 2015, p. 4).

É notório o interesse que este tema tem provocado na sociedade, gerando expectativas e criando “mitos”, retratados por meio da ficção científica. Previsões têm sido feitas ao longo dos anos, muitas delas, já se tornaram realidade, outras ainda não. Como afirma Romero et. al. (2014), é senso comum entre especialistas da área que a robótica assumirá um papel fundamental no cotidiano das pessoas. O autor complementa ainda, que “fatos concretos têm demonstrado que os robôs estão cada vez mais participando do dia a dia das pessoas, deixando de aparecer apenas nos filmes de ficção científica”.

2.1.1 A Robótica no Tempo

Segundo Pires (2002), o termo robô vem do checo “robota” que pode ser traduzida como “trabalhador”, e foi utilizado pela primeira vez em 1921 na peça de teatro do escritor Karel Capek R.U.R, intitulada “Rossum’s Universal Robots”. Nesta peça, um inventor chamado Rossum cria uma raça de trabalhadores feitos de partes biológicas, inteligentes o suficiente para substituir seres humanos em qualquer tipo de trabalho. Todavia, certo dia estes “servos” se revoltaram e destruíram a raça humana. A mudança na constituição dos robôs de partes biológicas para mecânicas só ocorreu em 1926, no filme “Metrópolis” (ROMERO et. al., 2014).

Romano (2002) menciona que foi na década de 1940 que Isaac Asimov propôs em seu livro de ficção científica “Runaround” o termo “robótica” como uma ciência, também foi nesta obra que o autor criou as 3 (três) leis para a robótica, a fim de eliminar o problema apontado na história de Karel Capek.

- 1ª lei: Um robô não pode ferir um ser humano ou, por omissão, permitir que um ser humano sofra algum mal.
- 2ª lei: Um robô deve obedecer às ordens que lhe sejam dadas por seres humanos, exceto nos casos em que tais ordens contrariem a Primeira Lei.
- 3ª lei: Um robô deve proteger sua própria existência desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira e Segunda Leis.

Shahinpoor e Gheshmi (2014) afirmam que as Leis de Asimov possuem aplicações no mundo real, sobretudo nas cirurgias modernas realizada por robôs.

Conforme Niku (2015), após o final da Segunda Guerra Mundial, equipamentos automáticos foram projetados para aumentar a produtividade, e os fabricantes de máquinas-ferramentas construíam seus produtos controladas numericamente (CN) para permitir aos fabricantes produzir melhores mercadorias. Paralelamente, manipuladores com vários graus de liberdade foram produzidos para trabalhos com materiais nucleares, evitando assim, manuseio por humanos. A integração entre a capacidade CN de máquinas-ferramentas e os manipuladores criaram um robô simples.

Os primeiros robôs eram controlados por tiras de papel perfurado, que “olhos elétricos” poderiam detectar e que controlavam os movimentos do robô. Já com os avanços tecnológicos na indústria a tira de papel deixou de ser utilizada e em seu lugar optou-se por tiras magnéticas, dispositivos de memória³, e por computadores pessoais.

Esses avanços proporcionaram à empresa Cravens Company, em 1954, instalar em sua fábrica o primeiro AGV (*Automatic Guided Vehicle*). Uma espécie de veículo capaz de realizar entregas de materiais entre pontos distintos no ambiente. Dois anos após a criação do AGV, em 1956, a empresa Unimation produziu o primeiro braço robótico (ROMERO et. al., 2014).

A área da robótica passou a ser alvo dos interesses do setor fabril, consequentemente, os estudos relacionados ao desenvolvimento de novas tecnologias se intensificou, gerando uma série de acontecimentos, em intervalos de tempo curtos, que marcaram as mudanças na direção da indústria. Niku (2015) destaca alguns destes marcos:

- 1962 – Unimation foi formada, os primeiros robôs industriais apareceram, e a GM (General Motors) instalou o seu primeiro robô de Unimation.
- 1968 – Um robô inteligente “Shakey” foi construído no *Stanford Research Institute*.
- 1983 – Programas dos Estados Unidos começaram a lecionar cursos de robótica.
- 1983 – A Honda introduziu o seu primeiro robô humanoide chamado H0.

As últimas décadas testemunharam um avanço significativo na área da robótica, sobretudo no que diz respeito aos novos recursos de *hardware* e *software* desenvolvidos. Em termos de *hardware*, os computadores e dispositivos embarcados, foco deste trabalho, vêm tendo suas capacidades de processamento de dados ampliadas, suas dimensões miniaturizadas e seu custo cada vez menor. Além disso, tornaram-se mais robustos e eficientes, alcançando maior autonomia e consequentemente refletindo de forma direta na área de *software*. Pois a

³ Dispositivos capazes de armazenar informações (dados) para posterior consulta e uso.

melhoria na precisão aliada a maior quantidade de informações e outros fatores permitiram o desenvolvimento de novos algoritmos⁴ nas áreas de controle, tomada de decisões, processamento de imagens, reconhecimento de voz, entre outros (ROMERO et. al., 2014).

A evolução e robótica culminou com sua inserção no cotidiano do homem moderno por meio de celulares multifuncionais, eletrodomésticos e outros, até ser introduzida nas instituições de ensino. Distintos trabalhos apresentam resultados interessantes que utilizaram a robótica educacional em diferentes níveis de educação (SILVA; ESTECA; DIAS, 2015), e neste ponto, observasse um consenso entre os autores, de que as aulas envolvendo esta metodologia de ensino despertam o interesse em alunos por matérias que possuíam um alto índice de evasão, inclusive no Ensino Superior (CIELNIAK et al., 2012).

2.2 ROBÓTICA E A EDUCAÇÃO

A robótica com fins educacionais configura-se como uma das novas possibilidades de uso tecnológico que estão adentrando o universo escolar e modificando a forma de apresentação de conteúdo, a aprendizagem do aluno e a relação entre os personagens do processo educativo.

Segundo Santos et. al. (2008), os registros históricos da robótica com foco na Educação são poucos, quase raros. Estes registros começaram com Seymour Papert após sua saída do Centro de Epistemologia Genética de Genebra, para ingressar no Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) em 1964 e, a partir de então se iniciam seus trabalhos com robótica voltada para a educação.

A robótica educacional, ou pedagógica, é a basicamente a aplicação dos conceitos de robótica industrial, em um ambiente de aprendizagem que tem como objetivo promover o estudo de conceitos multidisciplinares (TORCATO, 2012). Nesse ambiente, as atividades de construção e controle de dispositivos (usando *kits* de montar ou outros materiais, como sucata, composta por diferentes peças, motores e sensores controláveis por computador e *softwares*) devem propiciar o manuseio e a construção de novos conceitos.

Complementarmente, a robótica educacional pode ser entendida como uma metodologia de ensino que promove a aprendizagem por meio da montagem de sistemas constituídos por robôs. Esses dispositivos autômatos passam a ser, na verdade, artefatos cognitivos que os alunos utilizam para explorar e expressar suas próprias ideias, ou “um objeto-para-pensar-com”, nas

⁴ Conjunto das regras e procedimentos lógicos perfeitamente definidos que levam à solução de um problema em um número finito de etapas.

palavras de Papert (1986). Desta maneira, pode-se entender que utilização da robótica na sala de aula direciona os alunos às atividades que “privilegiam o aspecto investigativo que surge do interesse [...] dos alunos”, além de favorecer a autonomia dos mesmos numa situação onde esses interesses são ferramentas no processo de aprendizagem (FAGUNDES et. al. 2005).

A robótica é, sem dúvida, uma área que desperta muita curiosidade independentemente da idade, e isso abre espaço para que o professor trabalhe diferentes conteúdos e estimule o interesse e a participação dos alunos nas atividades das aulas tradicionais. Bacaroglo (2005, p.25) afirma que o importante dentro de uma dinâmica de trabalho com alunos em uma aula de robótica é criar condições para discussão e promover abertura, de modo que todos os alunos e professores participem apresentando sugestões na resolução dos problemas. Destaca também a importância de se criarem problemas para serem solucionados, pois as dificuldades servem para explorar a capacidade do aluno.

O fato de os próprios alunos construírem o robô e desenvolverem a programação, de acordo com Papert (2008), pode favorecer o ensino, pois aprenderão melhor se descobrirem por si mesmos. Isso é denominado por Papert como atitude construcionista. O construcionismo, conceito elaborado por esse autor, tem como base a possibilidade de construção do conhecimento pelo aprendiz. A forma construcionista de utilizar a tecnologia tem como meta oferecer estratégias de estudo de forma a produzir a maior aprendizagem possível a partir do mínimo de ensino. “Evidentemente, não se pode atingir isso apenas reduzindo a quantidade do ensino, enquanto se deixa todo o resto inalterado” (PAPERT, 2008).

Os preceitos pedagógicos explorados na Robótica Educacional relacionam-se de forma direta àqueles característicos da Pedagogia da Autonomia descrita por Paulo Freire (2002) e ainda, a Pedagogia de Projetos, descrita por Prado (2011) e abordada na Seção “Pedagogia de Projeto”. Dentre estes preceitos, um dos mais significativos é ideia do desenvolvimento cognitivo do aluno por meio da resolução de situações problema, sem a excessiva preocupação com o resultado final trabalhos, pois

Na robótica aplicada à educação, o importante é o processo, o desenrolar dos trabalhos e não o resultado por si só. É imprescindível explorar todas as possibilidades, buscando o aprendizado por meio da reflexão individual e da interação em grupo (aluno-aluno, aluno-professor, aluno-robô, professor-robô) e em seguida propondo alternativas para a solução de situações problemas por meio do aprimoramento de montagens, ideias e abordagens (MIRANDA, et. al. 2009).

Neste sentido, percebe-se que o simples manuseio dos robôs não produz conhecimento significativo, é necessário que haja reflexão acerca dos inúmeros problemas que surgem durante

a montagem de um sistema robótico. Desta maneira, destaca-se a importância do papel do educador durante a preparação das atividades, afinal,

(...) mesmo sendo um instrumento dinâmico, a robótica pedagógica, assim como qualquer outra tecnologia aplicada à educação, deve ser utilizada com critério e planejamento para que não ocorra um ensino tecnicista desprovido de elementos facilitadores da autonomia e da aprendizagem significativa (MIRANDA, et. al. 2009).

Cabe ao professor atuar nos bastidores da atividade, realizando intervenções estritamente necessárias, a fim de que o aluno ou grupo de alunos, consigam sozinhos refletir acerca das dificuldades encontradas, e buscar soluções viáveis para conclusão das tarefas que lhe foram passadas. Mill e César (2013) destacam a aproximação que as aulas de robótica podem proporcionar entre professores e alunos, oferecendo possibilidade de trabalho cooperativo e solidário. Em consequência o aluno se sente mais atuante e eleva sua autoestima, confiança e suas capacidades.

2.3 PEDAGOGIA DE PROJETOS

A palavra “projeto” aparece em campos diferentes como expressões múltiplas bem características de nossa época: projeto de pesquisa, projeto de vida, projeto da instituição, projeto pedagógico da escola, projeto de instalação profissional entre outros.

Conforme Huber (1999), a pedagogia de projetos dos alunos começa a se delinear na obra de Jean-Jacques Rousseau, quando ele deseja que sua personagem Emile não aprenda com os livros, mas por meio das coisas, tudo aquilo que é preciso saber, sugerindo que uma hora de trabalho valha mais que um dia de explicações. Ainda segundo o autor, a estruturação do conceito de projeto passa também por Karl Marx e a importância da *praxis* sublinhada por este autor, pelos mentores da escola ativa alemã, como Kerchensteiner, pelo filósofo e psicólogo americano John Dewey, pelo educador francês Celestin Freinet, pelos pesquisadores Henri Wallon e Jean Piaget, até chegar ao educador brasileiro Paulo Freire que deu uma dimensão de emancipação social ao aprendizado.

Segundo Prado (2011) a Pedagogia de Projetos surgiu com a Escola Nova, movimento ocorrido no Brasil no final do século XIX na Europa e na década de 1930 no Brasil, como reação à educação tradicional, baseada no instrucionismo, imobilismo, e conteudismo descontextualizados, que provocavam uma defasagem cada vez maior entre vida e escola.

(...) o trabalho com projetos representa uma nova mentalidade e abertura da escola frente a um mundo movido por novos motores e modelos. São planejamentos de trabalhos que partem de um tema ou de um problema, que exigem pesquisa, trabalho em equipe, ações e tarefas ou de um problema que podem proporcionar uma rica aprendizagem em tempo real dentro e fora dos muros escolares, fazendo emergir a autonomia, autodisciplina, criatividade, iniciativa, tornando, enfim, o processo de aprendizagem dinâmico, significativo e interessante, bem mais atraente que as exaustivas aulas expositivas nas quais conteúdos fragmentados são impostos (...) (PRADO, 2011, p. 11).

A Pedagogia de Projetos apontada por Prado (2011) recebe diferentes nomes, segundo o próprio autor, como Projeto de aprendizagem baseado em problemas; metodologia por pesquisa; desenvolvimento de projeto; tecnologia de projetos, além de outros, que pretendem nomear uma forma de aprendizagem que consiste em desviar o aluno das costumeiras atividades em sala de aula, dando-lhe autonomia para pesquisar o tema e/ou problema, envolvendo, se possível, outras classes, professores de duas ou mais disciplinas, semelhantemente à Pedagogia da Autonomia, trazida por Paulo Freire (2002). Esta nova maneira de ensino busca prover conhecimentos significativos ao discente sem que para isso ele necessite se sujeitar à alienação educacional apontada por Karl Marx (MÉSZARÓS, 2006), uma vez que o próprio discente é o centro do processo de produção, pois será ele a decidir o que, como, e quando construir, tendo em vista os prazos letivos estipulados pelos educadores e/ou instituição de ensino.

Neste sentido, observa-se uma alteração no papel do educando e do educador. No modelo de ensino tradicional, o estudante atua de forma análoga a um aparelho de rádio, ele recebe as informações de um transmissor e as replica. O problema principal disso, é, como Freire (2002) aponta, “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”. Essa célebre frase de Freire descreve exatamente a Pedagogia de projetos. Neste modelo, nem o professor e nem o aluno são os detentores plenos do conhecimento, enquanto fica a cargo do aluno buscar o conhecimento por meio das mais variadas formas, fica a cargo do professor guiá-lo ao longo desta jornada, de maneira análoga à da robótica educacional.

Segundo Almeida e Prado (2003), para fazer a mediação pedagógica, o professor precisa acompanhar o processo de aprendizagem do estudante, ou seja, entender seu caminho, seu universo cognitivo e afetivo, bem como sua cultura, história e contexto de vida. Além disso, é fundamental que o professor tenha clareza da sua intencionalidade pedagógica para saber intervir no processo de aprendizagem do aluno, garantindo que os conceitos utilizados, intuitivamente ou não, na realização do projeto sejam compreendidos, sistematizados e formalizados pelo aluno.

Desafios e atividades podem ser dosados, planejados, acompanhados e avaliados com apoio de tecnologias. Os desafios bem planejados contribuem para mobilizar as competências desejadas, intelectuais, emocionais, pessoais e comunicacionais. Exigem pesquisar, avaliar situações, pontos de vista diferentes, fazer escolhas, assumir riscos, aprender pela descoberta e caminhar do simples para o complexo. Nas etapas de formação, os alunos precisam de acompanhamento de profissionais mais experientes para levá-los a tornar conscientes os processos, a estabelecer conexões não percebidas, a superar etapas mais rapidamente e a confrontá-los com novas possibilidades.

Os professores que agem desta forma são chamados de facilitadores da autonomia, conforme Boruchovitch e Bzuneck (2001). Estes educadores nutrem as necessidades psicológicas básicas de autodeterminação, de competência e de segurança de seus alunos. Para que isso ocorra, eles oferecem oportunidade de escolhas e de *feedback* significativos, reconhecem e apoiam os interesses dos estudantes, fortalecem sua auto regulação autônoma e buscam alternativas para levá-los a valorizar a educação, em suma, tornam o ambiente de sala de aula agradável, e principalmente informativo, onde os indivíduos se sintam motivados a aprender, pois é na sala de aula que grande parte do processo de ensino e aprendizagem ocorre (CUNHA, 2011).

As pesquisas nas áreas da psicologia mostram a importância da motivação na aprendizagem. Sem motivação não há aprendizagem escolar. Dado que o aprendizado, pelo menos o explícito e intencional, requer continuidade, prática e esforço, é necessário ter motivos para se esforçar, é necessário (na etimologia da palavra motivação) mobilizar-se para aprendizado (POZO & CRESPO, 2009).

Em detrimento das metodologias tradicionais, a Metodologia de Projeto preserva a identidade do estudante. Segundo Dubar (1991) a “identidade” seria o resultado, ao mesmo tempo estável e provisório, individual e coletivo, subjetivo e objetivo, biográfico e estrutural, dos processos de socialização que, conjuntamente constroem os indivíduos.

Assim, Ventura (2002, p. 38) afirma que a identidade humana se constrói e se reconstrói ao longo da vida, como produto de socializações sucessivas a partir de dois processos:

- a) o processo biográfico, em que os indivíduos constroem suas atividades sociais e profissionais ao longo do tempo, em suas relações institucionais (família, escola, empresas, entre outros);
- b) o processo relacional, em que os indivíduos exprimem suas identidades associadas aos conhecimentos, competências e imagens de si mesmo, em busca do reconhecimento, num dado momento e num determinado local.

O autor entende que a Pedagogia de Projetos pode oferecer uma estratégia de construção de identidades, uma vez que o aluno percebe que o projeto será uma ocasião de conquistar um maior reconhecimento social, o que afeta positivamente sua identidade.

Cabe ressaltar que os conceitos que norteiam a Pedagogia de Projetos estão fortemente ligados à educação científica não só por instigar a criatividade e a busca por novos conhecimentos, mas também por fazer com que o aluno se aproprie destes por meio das aplicações práticas em seu cotidiano, favorecendo a compreensão dos conceitos científicos e metodológicos que os rodeiam.

Segundo Moraes (2017):

O conceito de educar pela pesquisa é uma abordagem que exige mudanças radicais na organização das atividades de aula, envolvendo perguntas e respostas capazes de desafiar continuamente conhecimentos já construídos. Educar pela pesquisa é aqui defendido como participar do processo da ciência, conjunto de ações concretizado na linguagem, com intenso envolvimento da fala, da leitura e da escrita. Assumindo-se as verdades como em permanente movimento de reconstrução, argumenta-se que pesquisar na sala de aula propicia espaços para a emergência de sujeitos históricos, com capacidade para intervir nas transformações sociais dos contextos em que vivem. A pesquisa na sala de aula, na abordagem deste texto, pode ser uma atitude do professor de Química, assim como dos professores das demais áreas (MORAES, 2017).

A principal fragilidade desta metodologia está centrada na forma de se avaliar o desempenho do aluno. Na Pedagogia de projetos devem-se aferir competências e habilidades. Afere-se o que se sabe fazer, algo ou resultado (produto escrito, oral, virtual e outros) palpável e visível que finaliza com o projeto, porém sem se esquecer de que o produto final foi planejado e pensado anteriormente, e ainda, muitas vezes, repensado, corrigido e reformulado ao longo do processo.

Por outro lado, a avaliação deve contemplar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, tendo em vista as diferentes aptidões históricas de vida, repertório e capacidades de cada ator envolvido. Desta maneira pode-se concluir que a avaliação deve ser processual, pois mais importante que o produto final é o processo de elaboração do mesmo, a maneira como cada autor se comportou, se dedicou e evoluiu durante a resolução do problema, tendo sido ele solucionado ou não.

2.4 ROBÓTICA EDUCACIONAL À LUZ DA PEDAGOGIA DE PROJETOS

A possibilidade de tornar a Robótica Educacional em mais uma mera forma de “transferência” dos conteúdos das disciplinas, sem aproveitar todos os benefícios implícitos que

esta metodologia pode oferecer para o desenvolvimento pessoal e profissional do aluno, é uma questão, ainda, pouco abordada pelos estudiosos desta linha de pesquisa. Geralmente observam-se alguns poucos parágrafos a respeito desta, que pode ser a maior fragilidade deste método de ensino. Neste sentido Bizzo (2002, p.75) argumenta que:

(...) o experimento, por si só não garante a aprendizagem, pois não é suficiente para modificar a forma de pensar dos alunos, o que exige acompanhamento constante do professor, que deve pesquisar quais são as explicações apresentadas pelos alunos para os resultados encontrados e propor, se necessário, uma nova situação de desafio.

O educando deverá construir seu conhecimento a cada novo desafio enfrentado, tendo este desafio sido apresentado pelo professor, pelos seus colegas de estudo e até mesmo por si mesmo, durante suas pesquisas. É fundamental que o processo de construção do conhecimento seja significativo, e não simplesmente reprodutivista.

Gadotti (1993), afirma que:

A aprendizagem significativa verifica-se quando o estudante percebe que o material a estudar se relaciona com os seus próprios objetivos. [...] É por meio de atos que se adquire aprendizagem mais significativa. A aprendizagem é facilitada quando o aluno participa responsavelmente do seu processo. A aprendizagem auto-iniciada que envolve toda a pessoa do aprendiz – seus sentimentos tanto quanto sua inteligência – é a mais durável e impregnante. A independência, a criatividade e a autoconfiança são facilitadas quando a autocrítica e a auto-apreciação são básicas e a avaliação feita por outros tem importância secundária.

Observa-se novamente o quão convergentes as duas metodologias são. Ambas partem da premissa de que o aluno aprende fazendo, no entanto, com a pequena diferença em que na Pedagogia de projetos o estudante idealiza e constrói um produto que não necessariamente deve mostrar-se como algo físico, dotado de elementos eletrônicos, mecânicos, sensoriais, ou qualquer tipo de componente tecnológico, mas que apenas seja um produto de reflexões, estudo, debates, pesquisas e outros processos pelos quais o indivíduo precise experimentar para concluir seu trabalho.

Outra notória diferença entre as metodologias é que na Pedagogia de projetos não se costumam utilizar materiais, como tutoriais do tipo “passo-a-passo” e *kits* educacionais, para se ensinar o aluno a produzir conhecimento, conforme já descrito, isso fica a cargo do próprio aluno, porém, na Robótica Educacional a utilização destes elementos é muito comum. Neste sentido, destaca-se o *kit* LEGO Mindstorms ® (CABRAL, 2010).

Com a articulação da Pedagogia de Projetos com a Robótica Educacional percebe-se que é possível oferecer oportunidade aos alunos de construir o próprio conhecimento, por meio de uma ação que integre os conteúdos de disciplinas técnicas com as ferramentas da

Robótica Educacional. Destaca-se, assim, a possibilidade de estudar de forma centrada no estudante e como a robótica educacional aliada a Pedagogia de Projetos podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem das disciplinas supracitadas.

2.5 KITS DIDÁTICOS

Esta subseção refere-se a *kits* já utilizados no IFRO, Campus Porto Velho – Calama, doravante denominado apenas como Campus Calama. Tratam-se de módulos de ensino prontos de fábrica, sendo eles já produtos comerciais de prateleira (disponíveis em lojas ou rede especializada) que podem ser adquiridos para uso direto em ambientes educacionais.

Veronez (2016), concluiu em seu trabalho “*Kits de Robótica Educacional como Ferramenta para Resolução de Problemas*” que:

Kits de Robótica Educacional mostraram-se aliados a resolução de problemas. Muitas críticas são feitas a resoluções puramente mecânicas de exercícios de vestibulares e ENEM, pois não se apresenta a contextualização do problema. A utilização dos kits de robótica aproximou o conteúdo com o cotidiano do aluno e propiciou o ensino e aprendizagem da Física, bem como Matemática, Programação e Automação.

A vantagem desses produtos, segundo Aroca (2012), é que em geral eles já oferecem manuais e guias didáticos de montagem para os alunos e professores. Por outro lado, esses produtos costumam ser muito caros, com custos que vão desde centenas de reais até várias dezenas de milhares de reais além das questões limitantes do desenvolvimento do aluno, como, descontextualização, baixa capacidade de reduzir a abstração necessária para sua aplicação, facilitação utópica para montagens, programação e/ou, simplesmente, utilização dos dispositivos tecnológicos neles empregados.

2.5.1 BIT 9

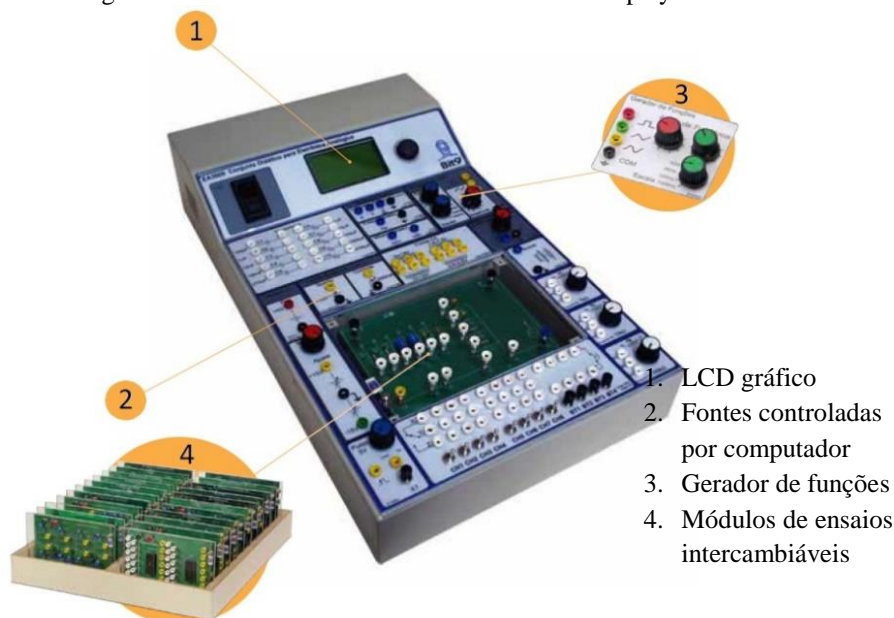
A *Bit9* é uma indústria especializada em pesquisa e desenvolvimento de equipamentos para laboratórios escolares. Possui profissionais especializados, com extensa experiência acadêmica, capazes de projetar, fabricar e comercializar equipamentos didáticos para áreas como eletrônica, elétrica, telemática, telecomunicações, automação, automotivos, microcontroladores, *softwares* simuladores e projetos especiais entre outras (*BIT9*, 2017).

2.5.1.1 EA3600 - SDC com Display Gráfico

O equipamento mais utilizado no Campus Calama é o EA3600 - SDC com Display Gráfico. De acordo com *Bit9* (2017) o EA3600, visto na Figura 1, é um conjunto didático robusto, atualizado tecnologicamente, de fabricação nacional, completo para o estudo da eletrônica analógica com display de cristal líquido gráfico com resolução de 128 colunas e 64 linhas, com capacidade para apresentar:

- Gráficos de tensão (Osciloscópio Digital Didático);
- Tensão da fonte ajustável;
- Infográfico de consumo das fontes;
- Voltímetro, miliamperímetro e frequencímetro;
- Frequência ajustada no gerador de sinais;
- Menus para configurações.

Figura 1: Módulo Didático EA3600 - SDC com display



Fonte: *Bit9*, 2017.

No Quadro 1 são apresentadas as principais características técnicas e elementos que acompanham este *kit* educacional.

Quadro 1: Dados técnicos do Módulo *Bit9* EA3600

Características Técnicas
<ul style="list-style-type: none"> • Bastidor horizontal fabricado em chapa metálica de 2mm de espessura com pintura em epóxi pelo processo eletrostático protegido por frontal de acrílico de 3mm; • Módulos de Ensaio intercambiáveis, montados em placas de fibra de vidro de 1,6mm com proteção frontal em acrílico de 3mm, resistentes e transparentes com pontos de testes e medições através de bornes de 2mm; diagramas esquemáticos e seus componentes com valores representados através de serigrafia; • Fonte de tensão fixa e ajustável;

<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos assistidos por microcontrolador; • Dispositivos de proteção como limitadores de corrente, bloqueadores de inversão e proteção contra sobre corrente; • Módulos de ensaios intercambiáveis; • <i>Software</i> Supervisório e apostilas multimídia em português; • Conexão com PC via serial RS232 e USB; • Geradores de funções; • Alimentação de 90V a 240V com tomada 2P + Terra.
Acompanha o Módulo
<ul style="list-style-type: none"> • Apostila teórica e prática, totalmente em português, em formato Multimídia, apresentando a fundamentação dos principais pontos da tecnologia em estudo, roteiros, exercícios de fixação e os esquemas elétricos dos módulos de ensaios; • Cabos banana para ligações e cabos com pontas especiais para <i>protoboard</i> ⁵; • Estojo em madeira reforçada com repartições para armazenagem dos módulos de ensaios; • Dois <i>protoboards</i> com 550 pontos cada.

Fonte: *Bit9*, 2017.

Sua grande variedade de funções e módulos intercambiáveis permite a aplicação dos módulos EA 3600 em diferentes disciplinas técnicas relacionadas à Eletrônica, tanto dos cursos técnicos, quanto das graduações. E a possibilidade de se utilizar um *protoboard* expande ainda mais a aplicabilidade deste equipamento no ensino.

2.5.2 *Kit* LEGO Mindstorms

A tecnologia conhecida como LEGO Mindstorms é uma linha de *kits*, lançada comercialmente em 1998, iniciando com o *kit* **LEGO Mindstorms® 9793**, totalmente voltado para a educação tecnológica. Este *kit* é constituído por um conjunto de peças de plástico, tijolos cheios, placas, rodas, tijolos vazados, motores, eixos, engrenagens, polias e correntes, acrescido de sensores de toque, de intensidade luminosa e de temperatura, controlados por um processador programável. O primeiro *kit* carrega também o nome de seu controlador, o RCX (*Robotic Command Explorer*). Os *kits* mais recentes são os *kits* NXT 1.0, NXT 2.0 e EV3, sendo os dois últimos mostrados na Figura 2, e se destacando com as evoluções, na utilização do *software* LabView® para programação, diferentemente do modelo RCX que utilizava o *software* RoboLab®. Outra melhoria, segundo Cabral (2010), é que esse *kit* está disponível para

⁵ Matriz de contatos, utilizada para fazer montagens provisórias e teste de projetos eletrônicos.

comercialização também em lojas especializadas em brinquedos, ao contrário do Mindstorms® 9793, que só é vendido para instituições com fins educacionais.

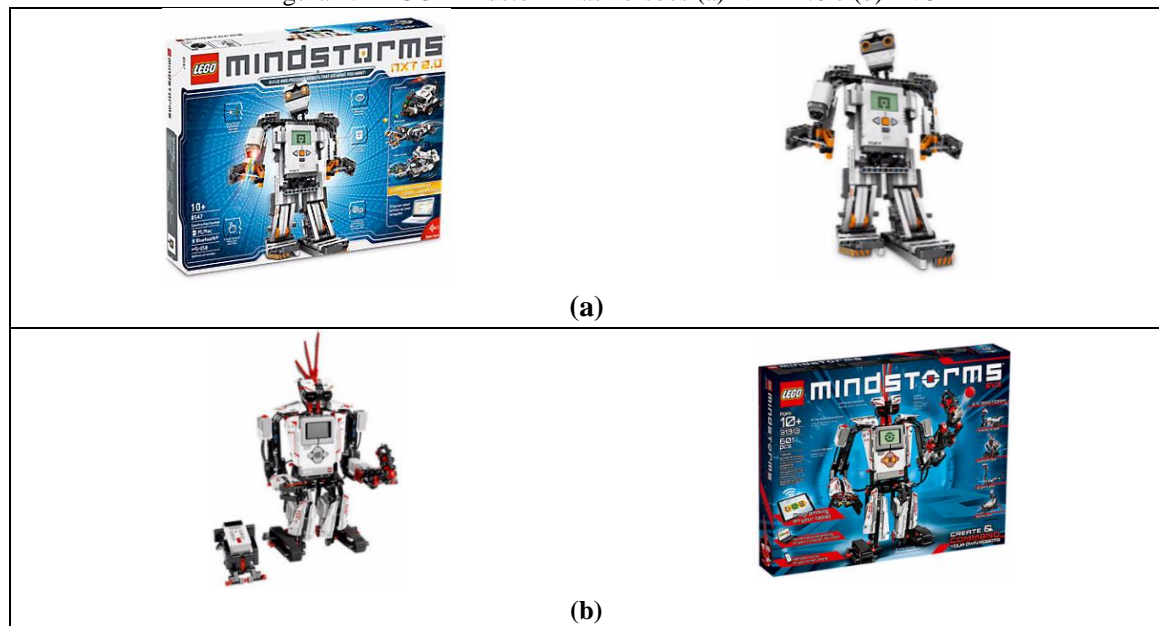
As peças LEGO® são brinquedos produzidos pelo LEGO® Group, cujo conceito se baseia em um sistema patenteado de peças de plástico que se encaixam, permitindo inúmeras combinações (LEGO, 2017). É fabricado desde meados da década de 1950, quando se expandiu pelo mundo. A origem da empresa e dos brinquedos da marca LEGO® está associada à oficina de Ole Kirk Christiansen, um mestre carpinteiro da Dinamarca que produziu as peças inicialmente em madeira, na década de 1930. Em 1980, o LEGO® Group criou o Departamento de Produtos Educacionais, renomeado como LEGO® Dacta, em 1989, com a função de ampliar as possibilidades educacionais dos seus brinquedos. O convênio firmado com o MIT possibilitou ao Professor Seymour Papert, do Laboratório de Aprendizagem em Computação, o título de *Professor LEGO® de Pesquisa em Aprendizado*, após o seu trabalho de associar a linguagem de programação LOGO com os produtos LEGO®, criando o *kit* de Robótica Educacional Mindstorms (CABRAL, 2010).

No Quadro 2 são apresentadas as principais características técnicas do *Kit* LEGO Minsdstorm NXT 2.0.

Quadro 2: Dados técnicos do *Kit* LEGO Minsdstorm NXT 2.0

Características Técnicas
<ul style="list-style-type: none"> • O tijolo inteligente NXT LEGO® possui microprocessador de 32 <i>bits</i>, uma grande exibição de matriz, 4 portas de entrada e 3 de saída, e o link de comunicação <i>Bluetooth e USB</i> • Três servo-motores interativos • Quatro sensores: sensor de ultra-som, 2 sensores de toque e um sensor de cor. • O Sensor de cor tem funcionalidade tripla: distingue as cores e as configurações de luz e funciona como uma lâmpada • Todos os elementos LEGO® (612 peças) para criação de robôs • Possibilidade de personalização dos robôs com os editores de Som e Ícones • Compartilhamento de arquivos de projeto com através do embalador de projeto-Pack-N-Go
Acompanha o Módulo
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Software</i> fácil de usar (PC e Mac) com programação de arrastar e soltar baseada em ícones e 16 divertidos desafios de construção e programação • Instruções de construção para os 4 diferentes robôs estão incluídas no CD do <i>software</i>.

Figura 2: LEGO Mindstorm nas versões (a) NXT 2.0 e (b) EV3



Fonte: LEGO SHOP, 2017.

2.5.3 Arduino, Microcontroladores PIC e Raspberry Pi

O Arduino, o microcontrolador PIC e o Raspberry, são dispositivos eletrônicos que apesar de suas peculiaridades, foram projetados para, a partir de um *software* reprogramável, executar determinadas funções, como tomada de decisões, leitura de variáveis provenientes de outros dispositivos, acionamentos eletrônicos e/ou elétricos entre outros, de forma análoga a um computador (GRIMMETT, 2014).

2.5.3.1 Arduino

Segundo Stevan Junior e Silva (2015) Arduino é uma plataforma *open-source* ou *software*-livre. *Software*-livre é aquele que pode ser distribuído juntamente com o seu código-fonte e é liberado sobre os termos que garantem aos usuários a liberdade de estudar, adaptar/modificar e ainda, distribuí-lo.

Para Mcroberts (2015), um Arduino é um pequeno computador que pode ser programado para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. Ainda segundo o autor, o Arduino é o que deve ser entendido como uma plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de *hardware* e *software*.

De acordo com Grimmett (2014) Arduino foi desenvolvido em 2005 por professores de uma escola na Itália, quando alunos do curso de Design de Interação do professor Massimo Banzi, autor do livro “Primeiros Passos com Arduino” (BANZZI e SHILOH, 2015), começaram a se queixar do fato de não conseguirem achar microcontroladores para seus projetos robóticos e das dificuldades com as soluções demasiadamente caras e/ou complexas que estavam disponíveis no mercado daquela época. Desta forma, decidiu-se construir um novo dispositivo programável simples de baixo custo e fácil utilização, que proporcionasse aos alunos desenvolver seus próprios sistemas embarcados.

Essa plataforma é baseada em microcontroladores, que são unidades de processamento com diferentes periféricos internos ao mesmo circuito integrado, que possibilitam que esse dispositivo possa interagir com o meio ambiente e ter controle sobre atuadores no mesmo, por possuir internamente, além de uma unidade central de processamento, periféricos com memórias (tanto de dados quanto de programa), comunicação serial conversores analógicos digitais, dispositivos PWM, comparadores, entre outros. Diferentemente de um microprocessador, um microcontrolador dispõe de praticamente tudo que precisa para operar sozinho, bastando interligar as interfaces com o meio e programá-lo com as funções desejadas (STEVAN JUNIOR e SILVA, 2015).

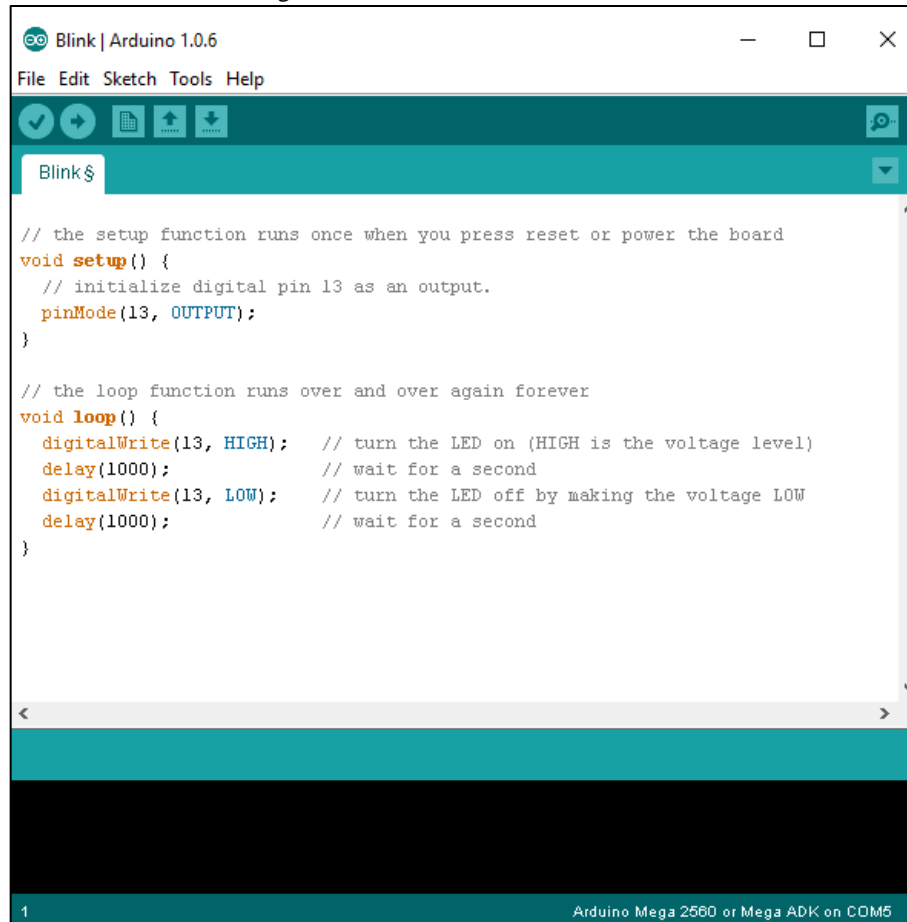
De acordo com Stevan Junior e Silva (2015) a plataforma Arduino, independente de seu modelo, utiliza as linhas de microcontroladores da Atmel. O Arduino configura-se então, como uma plataforma de padronização de interfaces de *hardware* que permite uma programação de fácil acesso e aprendizagem o que tem resultado em aumento contínuo dos interessados e colaboradores nesse tipo de ferramenta.

O Arduino ainda pode ser estendido com a utilização de *Shields* (escudos), que são placas de circuito que contêm outros dispositivos (por exemplo, receptores GPS, *displays* de cristal líquido - LCD, módulos de Ethernet e outros) que podem ser conectados à parte superior do Arduino para obter outras funcionalidades. Todavia estes mesmos *Shields* podem ser desenvolvidos pelo usuário do sistema, utilizando um *protoboard*, *stripboard*, *veroboard* (placas feitas de tiras de cobre em uma matriz para projetos caseiros) permitindo a criação de placas de circuito impresso – PCI, de maneira facilitada (MCROBERTS, 2015).

O *software* utilizado para escrita do código no Arduino, denominado IDE, é disponibilizado pela equipe desenvolvedora do projeto Arduino em seu próprio *site*, e de maneira gratuita, por se tratar de uma plataforma aberta (ARDUINO, 2017). A programação do Arduino é feita utilizando o IDE (*Integrated Development Environment*, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado), apresentado na Figura 3, no qual o usuário escreve o código na

linguagem que o Arduino compreende, baseada na linguagem C/C++, conforme Bridi et. al. (2013).

Figura 3: IDE do Arduino, versão 1.0.6










Fonte: Arquivo pessoal

O IDE do Arduino já vem com bibliotecas pré-programadas para execução de atividades mais comuns, desde acender e apagar LEDs até o controle do acionamento de motores DC, de passo e servos, comunicação serial, entre outras, o que facilita muito sua inserção no meio educacional.

O Quadro 3 ilustra os diferentes *hardwares* e versões de Arduino disponíveis no mercado. É importante notar que existem diferentes processadores, cada um com suas peculiaridades de pinagem, memória, processamento e periféricos disponíveis.

Quadro 3: Comparativo entre as diferentes versões da plataforma Arduino

Modelo	Arduino Uno	Arduino Mega2560	Arduino Leonardo	Arduino Due	Arduino ADK	Arduino Nano	Arduino Mini
							
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	ATmega32u4	AT91SAM3X8E	ATmega2560 - SMD	ATmega168 (versão 2x) ou ATmega328 (versão 3x)	ATmega168
Portas digitais	14	54	20	54	54	14	14
Portas PWM	6	15	7	12	15	6	6
Portas analógicas	6	16	12	12	16	8	8
Memória	32 K (0,5 K usado pelo bootloader)	256 K (8 K usado pelo bootloader)	32 K (4 K usado pelo bootloader)	512 K disponível para aplicações	256 K (8 K usado pelo bootloader)	16 K (ATmega168) ou 32 K (ATmega328), 2 K utilizados pelo bootloader	16 K (2 K usado pelo bootloader)
Clock	16 MHz	16 MHz	16 MHz	84 MHz	16 MHz	16 MHz	8 MHz (modelo 3.3V) ou 16 MHz (modelo 5V)
Conexão	USB	USB	USB	Micro USB	USB	USB	Serial/módulo USB externo
Conector para alimentação externa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Tensão de operação	5 V	5 V	5 V	3,3 V	5 V	5 V	3,3V ou 5V, dependendo do modelo
Corrente máxima portas E/S	40 mA	40 mA	40 mA	130 mA	40 mA	40 mA	40 mA
Alimentação	7 - 12V _{cc}	7 - 12V _{cc}	7 - 12V _{cc}	7 - 12V _{cc}	7 - 12V _{cc}	7 - 12V _{cc}	3,35 - 12V _{cc} (modelo 3,3), ou 5-12V (modelo 5V)

Fonte: Modificado de Stevan Junior e Silva (2015)

2.5.3.2 Microcontroladores PIC

PIC's (*Programmable Integrated Circuit* – Circuito Integrado Programável) fabricados pela Microchip Technology Inc. são microcontroladores - MCUs bastante populares entre os projetistas devido à suas qualidades técnicas e baixo custo. Utilizam uma arquitetura RISC, com frequências de *clock* de até 40MHz, até 2048k *word* de memória e até 3968 *bytes* de memória RAM. Além de temporizadores/contadores, memória EEPROM interna, gerador/comparador/amostrador PWM, conversores A/D de até 12 *bits*, interface de barramento CAN, I2C, SPI, entre outros (PEREIRA, 2008).

Existem basicamente quatro famílias de PICs diferenciadas pelo tamanho da palavra da memória de programa, sendo as três mais utilizadas por estudantes e hobistas⁶ as famílias de: 12, 14 e 16 *bits*. Todos estes dispositivos possuem um barramento interno de dados de oito *bits*. Já a quarta família, de acordo com Pereira (2008), é de chamada de DsPIC com largura de dados de 16 *bits*, largura de memória de programa de 24 *bits*, além de implementar facilidades que os tornam dispositivos intermediários aos DSP (*Digital Signal Processor* – Processador de Sinal Digital). De fato, eles são chamados de DSC (*Digital Signal Controller* – Controlador de Sinal Digital).

O aumento no tamanho da palavra de programa possibilita um aumento no número de instruções: os PICs de 12 *bits* possuem 33 instruções, os de 14 *bits*, 35 instruções e os de 16 *bits*, até 77 instruções. Uma maior quantidade de instruções possibilita uma maior flexibilidade e eficiência na programação, mas com a contrapartida de oferecer um maior nível de dificuldade ao aprendizado.

O quadro abaixo, apresenta exemplos das três primeiras famílias de PIC supracitadas.

Quadro 4: Exemplos de modelos das famílias PIC

12 Bits	14 Bits	16 Bits
12C508	12C671	17C4x
12C509	12C672	17C75x
12CE518	12CE673	17C76x
12CE519	12CE674	18C2xx
16C54	14000	18C4xx
16C55	16C55x	18C858
16C56	16F62x	18F242
16C57	16C7x	18F252
16C58	16F7x	18F258
16C505	16F8x	18F442
16HV540	16F87x	18F458

⁶ Vem do inglês *hobbyist*, nome que se dá a uma pessoa dedicada a um hobby.

Fonte: Pereira (2012)

Os PIC's da família PIC16F87XA, por exemplo, possuem até 44 pinos; comunicação de dados via SSP (*Streaming Parallel Port*), SPI (*Serial Peripheral Interface*), I²C, entre outros; são dotados de até 8 canais analógico/digitais (A/D) de 10 *bits* e 24 I/O digitais, (MICROCHIP, 2013).

Vale salientar que arquitetura de construção dos PICs é otimizada para a execução de um pequeno conjunto de instruções, mas com velocidade muito alta. De fato, pode-se obter velocidades de até 5 MIPS (**M**ilhões de **I**nstruções **P**or **S**egundo) com um PIC da série 16 trabalhando a 20 MHz (ou 10 MIPS a 40 MHz), o que é um desempenho bastante expressivo, suficiente mesmo as aplicações mais exigentes.

Os PIC16F87XA são construídos em diferentes encapsulados, sendo o mais comumente utilizado por estudantes o PDIP (*Plastic Dual Inline Package*) conforme mostrado na Figura 4. Este modelo possui duas fileiras de pinos conectáveis em *protoboard*, o que facilita prototipagens e gravação dos *softwares* (programa, rotina ou conjunto de instruções que controlam o funcionamento de um computador ou sistema de processamento de dados, como um MCU) (LIVI, 2006).

A programação destes dispositivos pode ser realizada por meio de diferentes linguagens de programação, no entanto, devido facilidades fornecidas pelas linguagens “C” e “C++” (linguagem de alto nível) em detrimento de outras, como a linguagem *Assembly* (linguagem de baixo nível ou de máquina). Grande parte dos projetistas optam pela sua utilização, para tanto utilizam *softwares* denominados compiladores, que convertem a linguagem “C” e “C++” em *Assembly* para que o MCU possa “compreender” a programação.

Figura 4: PIC16F877A



Fonte: Pereira (2012)

A gravação ou *upload* do código é realizada por meio de um dispositivo gravador, sendo esta uma das principais vantagens do Arduino sobre o PIC, visto que a placa Arduino realiza este feito sem a necessidade de outros dispositivos além do microcomputador. Outra questão que torna o Arduino mais popular no ensino do que o PIC, é sua plataforma de *hardware* e *software open-source*. Existem muitos compiladores, sendo muitos deles, pagos e os gravadores de PIC também apresentam valor relativamente alto quando comparados as placas Arduino.

2.5.3.3 Raspberry Pi

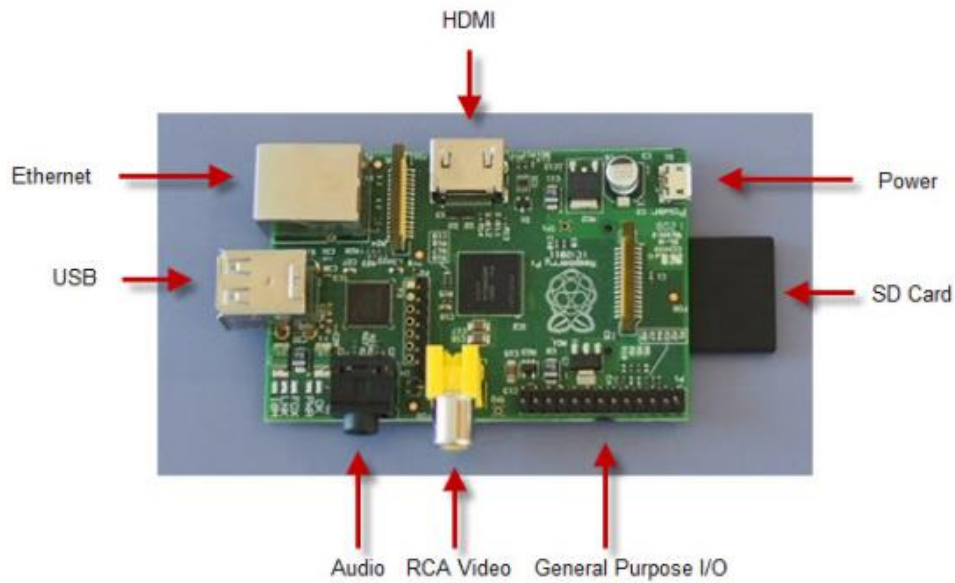
O Raspberry PI é um microcomputador completo presente em uma pequena placa do tamanho de um cartão de crédito, que se conecta a um monitor de computador ou TV, e usa um teclado e um mouse padrão. De acordo com Hein (2013) o *hardware* foi desenvolvido pelo engenheiro britânico Eben Upton e uma equipe de *hackers* de *hardware* com o objetivo de fornecer tecnologia de computador em placa única, do tamanho aproximado de um cartão de crédito e que fosse compatível com o orçamento apertado de seu público alvo, alunos do ensino básico da Ciência de Computação (RICHARDSON e WALLACE, 2013).

O projeto surgiu originalmente como uma ferramenta para o aprendizado de linguagens de programação, especialmente em países de terceiro mundo, oferecendo um computador barato o suficiente para que cada estudante recebesse o seu (previamente configurado com todas ferramentas de desenvolvimento necessárias) junto com outros materiais e pudesse praticar em casa. Isso explica por que o modelo inicial do Raspberry Pi (batizado de "modelo A") não possui interface de rede, uma vez que nesse cenário de uso o acesso à rede e à Internet não seria uma necessidade, uma vez que os estudantes estudariam com base em materiais incluídos no próprio dispositivo. Entretanto, o projeto acabou crescendo muito além disso, atraindo a atenção de pessoas interessadas em usá-lo em seus projetos, bem como órgãos de educação e outras entidades mundo afora (GOODWIN, 2013).

Richardson e Wallace (2013) afirmam que é tentador pensar no Raspberry Pi como uma placa de desenvolvimento para microcontrolador como o Arduino, ou como um substituto de *lap-top*. Entretanto, assemelha-se mais com os componentes internos, porém expostos, de um celular (ou PDA - *Personal Digital Assistant*, que significa Assistente Digital Pessoal), com muitos conectores acessíveis aos usuários (os conhecidos como “*Makers*”) para as portas e funções do dispositivo.

A Figura 5 identifica as principais partes de um Raspberry Pi, Modelo B, o qual difere do Modelo A por apresentar um conector LAN RJ-45, permitindo que ele seja conectado a uma rede (MONK, 2013).

Figura 5: Anatomia de um Raspberry Pi



Fonte: Monk (2012)

Quando o Raspberry Pi é inicializado, apresenta-se um *desktop* Linux, conforme mostrado na Figura 6. Este é realmente um computador completo, contando com um pacote de edição de texto, capacidades de reprodução de vídeos, jogos entre outros. Não se trata de um sistema operacional Microsoft Windows; em vez disso, tem-se o Linux (Debian Linux), rival de código-aberto do Windows, e o ambiente de janelas é chamado LXDE.

Figura 6: Desktop do Raspberry Pi



Fonte: Monk (2012)

2.5.4 Pesquisas para desenvolvimento de *kits* didáticos

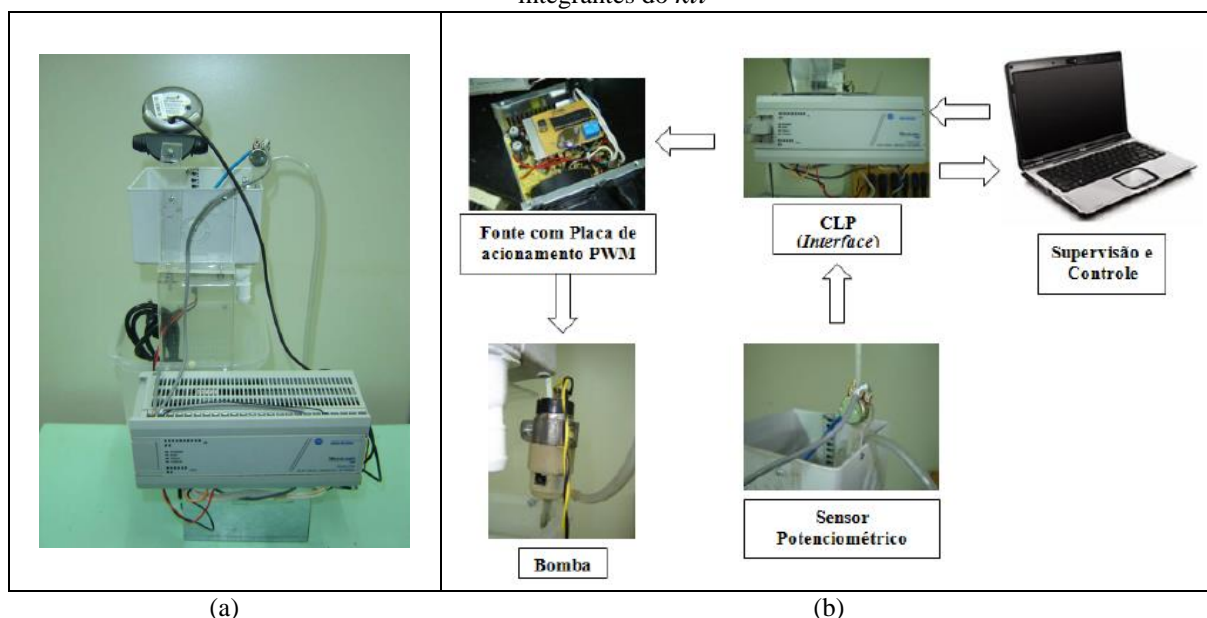
Nesta Seção serão apresentadas pesquisas semelhantes a esta, que obtiveram bons resultados e serviram de base para o desenvolvimento do módulo aqui proposto.

2.5.4.1 Modelo de *Kit 1* – Controle e supervisão aplicado a nível

Pereira, Valentin e Castro (2009) desenvolveram uma pesquisa cujo objetivo, segundo os autores da pesquisa, foi desenvolver um *kit* didático para preencher a lacuna das aulas teóricas e neste sentido, melhorar em aspectos didáticos as disciplinas de controle e controle de processos.

Como observados na Figura 7-b, este modelo didático é formado por um conjunto de dois reservatórios montados um sobre o outro. O Elemento responsável pelo controle do sistema é um CLP (Controlador Lógico Programável).

Figura 7: *Kit* educacional para controle e supervisão aplicado de nível de fluido; (a) Vista Geral e (b) elementos integrantes do *kit*



Fonte: Modificado de Pereira, Valentin e Castro (2009)

O aluno tem por objetivo programar o CLP para regular, segundo um valor de referência, o nível do reservatório superior. As informações utilizadas na realimentação do sistema são obtidas por um sensor potenciométrico⁷ acoplado a um sistema de boia.

2.5.4.2 Modelo de *Kit 2* – Braço robótico e robô móvel

Kurowiski et. al. (2016) desenvolveram estudos sobre plataformas robóticas educacionais de baixo custo, baseadas em Arduino. Neste trabalho, os autores elaboraram dois diferentes sistemas para o estudo de robótica, vistos na Figura 8, sendo estes, um braço robótico com quatro graus de liberdade de movimento, no qual realizaram estudos para a correção de erros na movimentação, já

⁷ Dispositivo eletrônico cuja resistência elétrica varia de acordo com a movimentação de um cursor mecânico.

o segundo sistema, consistiu em um robô móvel, onde implementaram um algoritmo evolutivo que possibilitava ao robô aprender de forma autônoma a se locomover no ambiente sem colidir com outros objetos. Tais experimentos foram realizados com o objetivo de exemplificar as possibilidades de estudo com estes materiais.

Figura 8: *Kit* educacional contendo um (a) Braço robótico e um (b) robô móvel

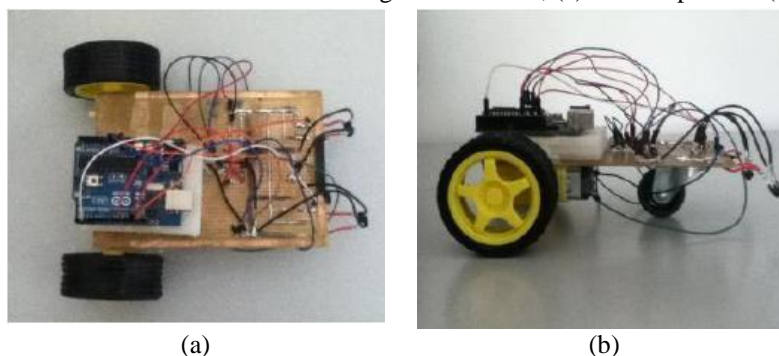


Fonte: Modificado de Kurowiski et. al. (2016)

2.5.4.3 Modelo de *Kit* 3 – Robô seguidor de Linha

Este modelo de *kit* educacional em robótica foi criado por Fabri Junior et. al. (2014) com o objetivo de, por meio do desenvolvimento de um *kit* pedagógico de baixo custo utilizando Arduino, introduzir conceitos básicos de engenharia em escolas públicas do Ensino Médio. A proposta é a aplicação do *kit* sob a forma de oficinas de robótica onde os alunos farão a programação do robô, podendo ser nas salas de aula ou em laboratórios, caso a escola possua.

Figura 9: *Kit* educacional contendo um robô seguidor de linha, (a) Vista superior e (b) vista lateral



Fonte: Modificado de Fabri Junior et. al. (2014)

O aluno programa o Arduino para controlar a movimentação do robô ao longo de uma linha preta demarcada em uma superfície branca. Dois sensores de refletância, localizados na frente do veículo são responsáveis por distinguir as cores da linha e da superfície e assim determinar a forma como os motores que rotacionam as rodas serão acionados.

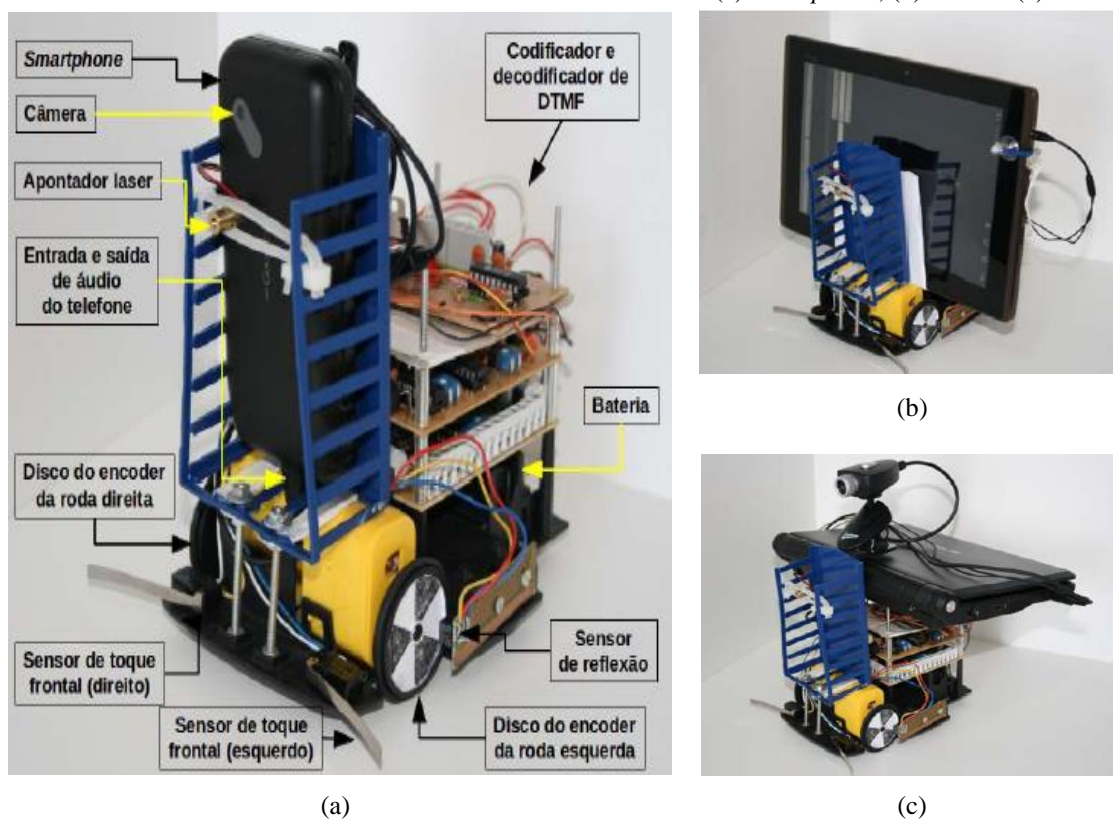
Segundo os autores, o *kit* possui, ainda, uma apostila com as seguintes características: identificação dos componentes necessários para a construção da oficina, descritivo dos

componentes usados para a construção do robô, totalmente ilustrada (facilitando o acompanhamento em sala de aula), código fonte para o desenvolvimento do programa (ações e comando para o robô), abordagem teórica dos conceitos de física, matemática e eletrônica envolvidos no desenvolvimento e construção do robô.

2.5.4.4 Modelo de *Kit 4* – Robô móvel

Este *kit* foi desenvolvido por Aroca (2012), em sua tese de doutorado. Consistiu em um robô de baixíssimo custo, controlado via interface de áudio de dispositivos capazes de executar o *software* Anwide, desenvolvido pelo autor, segundo ele, este *software* possui uma linguagem mais amigável e intuitiva de programação, facilitando sua utilização por estudantes e leigos na área da programação.

Figura 10: Robô de baixo custo controlado via interface de áudio de um (a) *smartphone*, (b) *tablet* e (c) *notebook*



Fonte: Modificado de Aroca (2012)

Neste modelo o estudante realiza a programação do robô, por meio do Anwide. Conforme mostrado na Figura 10 – a, o aluno tem acesso a diversas funcionalidades, incluindo leitura de sensores, controle de motores, processamento de imagens e comunicação com a *internet*.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa utilizou um enfoque qualitativo. Não houve aqui, preocupação com representatividades numéricas, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um determinado grupo social sobre o tema “programação e montagem de *hardware*”, utilizando sistemas embarcados baseados sobretudo em Arduino. Este tipo de pesquisa apresenta o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento, como afirmam Bogdan e Biklen (1994).

A proposta metodológica utilizada foi definida pelo Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Educação Escolar – MEPE da Universidade Federal de Rondônia - UNIR, e trata-se de uma abordagem classificada como pesquisa-ação. Sendo este tipo de pesquisa caracterizado por Thiollent (1996) como um trabalho onde os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas, o que exige uma estrutura de relação entre pesquisadores e pessoas da situação investigada que seja de tipo participativo.

O autor, complementa que neste tipo de pesquisa deve haver uma ação real por parte das pessoas ou grupos implicados no problema sob observação. Além disso, é preciso que a ação seja não-trivial, o que quer dizer uma ação problemática merecendo investigação para ser elaborada e conduzida. E ainda,

Consideramos que a pesquisa-ação não é constituída apenas pela ação ou pela participação. Com ela é necessário produzir conhecimentos, adquirir experiência, contribuir para a discussão ou fazer avançar o debate acerca das questões abordadas. Parte da informação gerada é divulgada, sob formas e por meios apropriados, no seio da população. Outra parte da informação, cotejada com resultados de pesquisas anteriores, é estruturada em conhecimentos. Estes são divulgados pelos canais próprios às ciências sociais (revistas, congressos, etc.) e também por meio de canais próprios a esta linha de pesquisa (THIOLLENT, 1996).

Na visão de Engel (2000) a pesquisa-ação surgiu da necessidade de superar a lacuna entre teoria e prática. Uma das características deste tipo de pesquisa, segundo o autor, é que por meio dela se procura intervir na prática de modo inovador já no decorrer do próprio processo de pesquisa e não apenas como possível consequência de uma recomendação na etapa final do projeto.

A ideia de pesquisa-ação apresenta-se bastante favorável quando os pesquisadores não se conformam em limitar suas investigações aos aspectos acadêmicos e burocráticos, como ocorre na maior parte das pesquisas convencionais (THIOLLENT, 1996). Mas sim, querem

pesquisas nas quais as pessoas implicadas tenham algo a “dizer” e a “fazer”. Não se trata de simples levantamento de dados ou de relatórios a serem arquivados. Com a pesquisa-ação os pesquisadores podem desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos observados em seu cotidiano, como ocorreu neste trabalho.

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia empregada neste trabalho seguiu a estrutura de uma pesquisa-ação apresentado por Engel (2000), a qual pode ser organizada da seguinte maneira:

1. Definição de um problema;
2. Pesquisa preliminar;
3. Desenvolvimento de um plano de ação;
4. Implementação do plano de ação;
5. Coleta de dados para avaliação dos efeitos da implementação do plano;
6. Avaliação dos dados e do plano de intervenção;
7. Comunicação dos resultados.

A primeira fase desta pesquisa ocorreu de forma não intencional. Durante a aplicação da Pedagogia de Projetos para turmas do primeiro e terceiro ano do Curso Técnico em Eletrotécnica Integrado ao Ensino Médio do Campus Calama, nas disciplinas de Automação Predial e Eletrônica, observou-se que os alunos, mesmo em séries distintas, apresentavam problemas similares na execução de suas atividades, como falta de interesse ou motivação, principalmente por parte dos estudantes dos terceiros anos. Além disso, percebeu-se grande passividade dos discentes em sala de aula. No entanto, o que mais se destacou foi a dificuldade que os alunos tinham em criar seu projeto partindo apenas da proposta que eles mesmos desenvolveram, o nível de abstração requerido para aquela atividade parecia inalcançável, mesmo com recorrentes intervenções do professor.

Paralelamente, os alunos corriqueiramente, queixavam-se da falta de tempo para a execução das atividades, apesar de disporem de cerca de oito meses letivos para construção de um protótipo. De fato, é importante ressaltar que os alunos possuem em média quinze disciplinas anuais, cada uma com ao menos dois métodos avaliativos, conforme estabelecido na Resolução N° 88 (IFRO, 2016), que dispõe sobre o Regulamento da Organização Acadêmica dos Cursos Técnicos de Nível Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

de Rondônia – IFRO. Ou seja, o tempo real aplicado ao projeto, torna-se demasiadamente curto, principalmente se considerar os afazeres pessoais de cada aluno e sua falta de experiência na construção e programação de dispositivos eletrônicos.

Por conseguinte, realizou-se uma pesquisa a respeito de estudos similares realizados anteriormente e possíveis alternativas para um ensino de tecnologia que primasse pela autonomia do aluno e que ao mesmo tempo fosse capaz de acelerar o processo de ensino e aprendizagem sem a necessidade de privar o estudante de conhecer e experimentar diferentes dispositivos elétricos/eletrônicos, sobretudo aqueles programáveis, tendo em vista sua vasta aplicação em sistemas comerciais, e ainda suas contribuições indiretas para o desenvolvimento do senso crítico, da capacidade de abstração e resolução de problemas.

Optou-se pela Robótica Educacional ferramenta para ingresso dos alunos na Pedagogia de Projetos, em virtude de sua relação direta entre ambas e, ainda, no que diz respeito a velocidade com que os componentes são experimentados devido a possibilidade de utilização de *kits* didáticos, e ainda a proximidade, já descrita, que as duas metodologias de ensino dispõem. Todavia, como o foco da atividade é que o aluno desenvolva um projeto partindo de suas ideias, os *kits* a serem utilizados devem auxiliá-los a obter um conhecimento melhor estruturado acerca de montagens reais de circuitos eletrônicos e não apenas simples conexões de cabos e componentes, como observado na maioria dos *kits* didáticos utilizados no Campus Calama.

Os *kits* baseados em Arduino, PIC e Raspberry PI, apesar de possuírem estas características, exigem muita abstração por parte do aluno e ainda requerem um tempo consideravelmente longo para montagens de protótipos. Assim, propôs-se o desenvolvimento de um novo *kit* didático, baseado nestes controladores e que reunisse as melhores características dos demais *kits*, aqui mostrados. Para tanto, elaborou-se um plano de ação, iniciado pela submissão de uma proposta de pesquisa ao CEP – Comitê de Ética Profissional, que após aprovado (Anexo I), foi seguido de uma entrevista semiestruturada coletiva com professores do Ensino Técnico do Campus Calama.

3.2 COLETA DE DADOS

O estudo aqui proposto teve como universo da pesquisa, professores que ministram disciplinas técnicas e em específico a disciplina de Física (conteúdos relacionados a eletricidade) nos cursos técnicos integrados em Eletrotécnica e Informática no Campus Calama.

Por tratar-se do procedimento mais usual no trabalho de campo e ser um dos principais componentes da pesquisa qualitativa, conforme (MINAYO, 2001), optou-se pela realização de uma entrevista com os colaboradores para coleta de dados. Afinal, por meio da entrevista, o pesquisador busca obter informes contidos na fala dos atores sociais. Ela não significa uma conversa despresticiosa e neutra, uma vez que se insere como meio de coleta dos fatos relatados pelos atores, enquanto sujeitos-objeto da pesquisa que vivenciam uma determinada realidade que está sendo focalizada.

Em geral, as entrevistas podem ser estruturadas e não-estruturadas, correspondendo ao fato de serem mais ou menos dirigidas. Assim, toma-se possível trabalhar com a entrevista aberta ou não-estruturada, onde o informante aborda livremente o tema proposto; bem como com as estruturadas que pressupõem perguntas previamente formuladas. Há formas, no entanto, que articulam essas duas modalidades, caracterizando-se como entrevistas semiestruturadas (MINAYO, 2001).

Em virtude de suas características, principalmente a maior flexibilidade, o tipo de entrevista escolhido entrevista coletiva semiestruturada (roteiro apresentado no Apêndice A) com os docentes, a fim de se verificar quais as suas dificuldades em apresentar aos alunos conhecimentos práticos acerca dos conteúdos teóricos abordados em sala de aula. Levantando questões relacionadas às suas metodologias de ensino em atividades experimentais, aceitação e utilização de *kits* didáticos disponíveis atualmente no Campus Calama e experiências profissionais que apontem quais as principais dificuldades encontradas pelos alunos durante as aulas práticas. Para que se pudesse definir quais as principais características técnicas e/ou pedagógicas o protótipo deve apresentar, e assim, possibilitar ao pesquisador desenvolver um produto que melhor atenda às necessidades do Campus Calama.

Esta etapa contou com a participação de cinco professores e cada um deles assinou um TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B), conforme estabelece a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde (BRASIL, 2013), alegando estar ciente dos riscos e benefícios desta pesquisa e aceitando que os dados obtidos com a entrevista fossem utilizados e apresentados à sociedade, por meio de trabalhos científicos. Todavia, por questões éticas estes professores não terão suas identidades reveladas, e doravante serão denominados como professores P1, P2, P3, P4 e P5.

Quadro 5: Apresentação dos professores colaboradores da pesquisa

PROFESSOR	GRADUAÇÃO	TÍTULO	DISCIPLINAS QUE MINISTROU OU MINISTRA
------------------	------------------	---------------	--

P1	Bacharel em Engenharia Mecânica	Mestre	<ul style="list-style-type: none"> • Automação Industrial • Segurança no Trabalho
P2	Bacharel em Engenharia Eletrônica	Especialista	<ul style="list-style-type: none"> • Automação Predial • Eletricidade Básica
P3	Bacharel em Engenharia Elétrica	Graduado	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos Elétricos Prediais e Industriais • Instalações Elétricas
P4	Bacharel em Informática	Mestre	<ul style="list-style-type: none"> • Disciplinas da área de Desenvolvimento de Sistemas • Lógica de programação • Desenvolvimento de algoritmos • Desenvolvimento sistemas e programação para web • Disciplinas focadas na robótica com ênfase em programação
P5	Licenciado em Física	Mestre	<ul style="list-style-type: none"> • Física I, II e III • Mecânica Clássica e Quântica

Fonte: Entrevista com os professores

Na Figura 11 pode-se observar uma imagem capturada no momento da entrevista coletiva e semiestruturada com os professores colaboradores a fim de melhor apresentar ao leitor esta etapa da pesquisa, todavia, conforme anteriormente mencionado, por questões éticas, todos os indivíduos tiveram seus rostos omitidos, preservando assim, suas identidades reais.

A entrevista com foi realizada no Laboratório de Eletrônica Avançada, sala 148 do Campus Calama e durou cerca de uma hora. Toda a entrevista foi gravada, utilizando um *smartphone*, e posteriormente foi integralmente redigida e reapresentada aos professores participantes. As principais contribuições foram transcritas aqui e serão discutidas na seção seguinte.

Figura 11: Entrevista coletiva semiestruturada com professores do IFRO



Fonte: Próprio autor

3.3 APRESENTAÇÃO DOS DADOS DA ENTREVISTA

É importante evidenciar que os cinco professores, apesar de ministrarem disciplinas técnicas nos mesmos cursos, possuem diferentes formações acadêmicas, o que resulta em diferentes pontos de vista técnico acerca da Educação Tecnológica. Entretanto, os professores apresentaram pontos de vista convergentes no que se refere às dificuldades encontradas pelos alunos, além de certa insatisfação relacionada aos *kits* didáticos disponíveis no Campus.

Em comum, todos os professores afirmaram ministrar aulas práticas, seja em laboratório, atividades extraclasse, ou não, além disso, afirmaram comumente utilizarem *kits* didáticos em suas aulas, variando apenas quanto a frequência de utilização. Enquanto alguns acreditam que os *kits* são ótimas ferramentas para o ensino de suas disciplinas, outros professores afirmaram que a utilização contínua dos *kits* pode levar os alunos a um acomodamento intelectual, pois os *kits* disponíveis, nem sempre exigem uma boa reflexão acerca do experimento realizado e com isso não geram um bom aprendizado.

O professor P1 trouxe a seguinte contribuição acerca de suas experiências utilizando *kits* didáticos:

Na forma como os módulos didáticos são construídos, principalmente os que utilizam *plug* banana, o aluno quando utiliza muito esses plugs fica altamente limitado, quando ele vai utilizar um componente real, onde ele tem de pegar uma chave de fenda, desparafusar, parafusar, descascar o fio e colocar o fio, parece que ele se perde, ele não consegue enxergar que aquele pino banana era uma simulação. Didaticamente o plug banana é bom, mas você, depois de iniciar com o plug banana, tem que evoluir para a construção, para aproximar o máximo da realidade, para que apareçam as dificuldades e o aluno possa resolvê-las. Os módulos têm esses problemas, ajudam muito os professores, mas é preciso ter consciência de que aquilo ali é limitado e temos que mostrar o outro lado da realidade também.

Após este comentário, o professor P4 acrescentou

(...) no começo nos trabalhávamos muito com *kits* didáticos, com *kits* Lego e outros, mas chegamos num consenso da limitação. (...) chegou num ponto que a gente pensou “ não é só isso! A gente tem que trabalhar projeto de pesquisa e outras coisas”, e se o aluno entra pra pesquisar, pra desenvolver algum projeto lá dentro e começa a trabalhar com Lego, na hora em que ele migra para outra plataforma, onde ele precisa justamente disso, descascar um fio, parafusar ou desparafusar uma peça, etc., ele se “embana” todo, por conta dos componentes, que deixam de ser quadradinhos bonitinhos onde o aluno só encaixava um fio e passam ser mais reais. Ou seja, muda tudo. Hoje a gente faz com que os alunos que queiram participar do grupo de pesquisa, a primeira coisa que iriam fazer é um curso de formação com os professores do grupo de pesquisa, que é para eles verem como é que funcionam as coisas, só que meio que já começando com a “mão na massa”, e assim tiramos o distanciamento que existe entre a utilização de um *kit* didático, como o Lego, e a construção real de um equipamento.

E concluído pelo professor P3,

Os módulos muitas vezes acabam tornando atividade uma mera receita de bolo. Geralmente eles são assim: ligue contatora⁸ nesse motor, em seguida acrescente esse relé. Mas ele não sabe porque que ele “tá” ligando aquilo. Ele só sabe que o professor desenhou um diagrama unifilar no quadro e pediu que montassem, ligando ponto a ponto. Dessa forma o funcionamento do circuito não fica claro na mente deles.

Isso mostra uma das principais fragilidades dos *kits* didáticos, observa-se que ainda que sejam excelentes *kits*, como no caso do LEGO Mindstorms, apontado pelo professor P4, se não trabalhado de maneira adequada poderá surtir um efeito negativo no aprendizado do aluno e não apenas isso, mas como citaram os professores P1 e P4, até mesmo, componentes inadequados contidos nos *kits*, que porventura não retratem de maneira satisfatória situações

⁸ Dispositivo eletromecânico que permite, a partir de um circuito de comando, efetuar o controle de cargas num circuito de potência.

reais do cotidiano profissional que o aluno irá vislumbrar, poderão dificultar a aplicação de seus estudos fora do ambiente de ensino.

Os professores acrescentaram que os módulos didáticos não costumam representar situações reais de uma maneira tão fiel quanto necessário, requerendo um nível de abstração que muitos alunos têm dificuldade em alcançar. E nas palavras do professor P1,

Existe uma limitação em se construir uma coisa física para o aluno enxergar a aplicação daquilo. Na minha disciplina tento criar alguns projetos, onde o aluno vai ter que serrar madeira, construir, parafusar, colocar na posição certa, ajustar o sensor, ou seja, trabalhar da mesma forma que ele faria se estivesse fazendo um ajuste de máquina. Eu tento colocar ele o mais próximo da realidade possível. Geralmente eu falo na minha disciplina não se iluda achando que seu projeto vai funcionar de primeira. Os ajustes no projeto são normais! Se você tiver que fazer cinquenta intervenções no seu projeto, faça! Persista! Mas algumas situações do cotidiano, ficam complicadas de serem criadas, porque precisam realmente de ferramentas mais adequadas, mais elaboradas.

Os professores foram novamente unânimes quanto a gama de dispositivos eletrônicos/elétricos que geralmente conseguem trabalhar em sala de aula. No geral, não apenas a quantidade, mas principalmente a qualidade com que os dispositivos são estudados tem se mostrado bastante limitadas. De acordo com os professores o tempo reduzido para estudo e a grande quantidade de dispositivos eletrônicos que existem somados a imaturidade dos alunos, à descontinuidade e descontextualização dos experimentos nas aulas práticas e a comum dificuldade em abstrair e interpretar os problemas que muitos alunos apresentam, seriam os principais fatores do conhecimento superficial, por parte discente, acerca dos dispositivos abordados, como pode ser destacado nos seguintes trechos da entrevista, onde o professor P4 destacou que

O tempo, a grande diversidade de dispositivos que existem, e até mesmo a forma de se trabalhar com circuitos prontos, para o aluno apenas montar, acaba fazendo com que ele não assimile bem todo conhecimento que tem por trás da montagem daquele circuito.

Em seguida, complementado pelo professor P2,

Eu acho que como não tem uma continuidade de trabalho até ele se formar, ficam trabalhos direcionados para alguma coisa muito específica, que até gera conhecimento básico, mas geralmente não é dado continuidade nesse conhecimento para que no final ele que ele tenha um conhecimento mais amplo. Por exemplo, ele começou com Arduino, depois acrescentou os motores, depois acrescentou elementos de potência, depois ele conseguiu aplicar aquilo em automação industrial, e no final ele tem uma gama de conhecimentos baseados naquele primeiro projeto que ele desenvolveu no início do curso. (...) ele aprende um pouco aqui na eletrônica, e lá na frente quando ele encontra automação industrial ele aprende mais um pouquinho, no

entanto esses pouquinhos não se conversam e o aluno acaba esquecendo o que ele estudou lá atrás, justamente devido a essa fragmentação. Afinal, aquilo que você não mexe você acaba esquecendo!

O tema ainda foi discutido pelos demais professores, que ressaltaram a importância da contextualização dos experimentos, dentre as discussões, pode-se destacar a fala do professor P5, que exclamou:

Nas áreas de física, principalmente na área de eletricidade, nós temos muitos módulos didáticos. Por exemplo, aqueles do tipo “monte o circuito série, paralelo e misto com resistores”, apesar de eles demonstrarem o fenômeno físico muito bem, eles não são interessantes porque não mostram aplicação. São bem limitados nesse ponto! O aluno vê, consegue entender o que você falou, mas fica se perguntando “isso serve para quê?” Ele não consegue fazer uma conexão com a realidade!

Em adição, evocaram as dificuldades de abstrair e incluíram as dificuldades de interpretar problemas que os alunos normalmente demonstram, segundo o Professor P1, durante suas aulas de programação, utilizando Controladores Lógico Programáveis – CLPs, os alunos muitas das vezes não relacionam bem as linhas de programação com funcionalidades reais dos equipamentos,

Eu observo que quando você ensina somente programação fica meio que obscuro para o aluno. Ele não consegue enxergar que aquela programação vai comandar uma lâmpada, vai comandar o motor, ele não consegue enxergar como que aquilo ali vai se processar. Parece que fica só uma linha de programação na frente dele e ele não consegue visualizar aquilo na prática. Mesmo que nos programas de CLP ele consiga fazer uma simulação, ainda assim fica um distanciamento muito grande da realidade. A gente tenta suprir isso fazendo um projeto para que o aluno saia do vício da programação sem sentido. Porque parece que ele só consegue visualizar quando ele monta uma estrutura de *hardware*, pois vão aparecer os problemas ele vai ter que resolver. Além disso, quando você acrescenta componentes, eles vão gerando alteração no próprio experimento, e isso vai instigando análise o aluno, e ele vai crescendo muito mais.

Ao serem indagados a respeito do caráter problematizador de suas aulas práticas e quais dificuldades enxergavam nos alunos, o professor P2, afirmou que é comum, em suas aulas, os alunos, adolescentes, terem muita dificuldade na interpretação dos problemas que lhes são propostos:

Muita dificuldade está centrada na dificuldade de interpretar o que está sendo pedido. Nessa idade que eles estão, as vezes você dá um problema e eles não conseguem entender aquele problema e muito menos pensar em como resolver. O que exige muita intervenção por parte do professor. Quando nós damos o passo a passo eles conseguem desenvolver, mas quando você dá o problema e não dá o passo a passo, ou seja, um problema onde eles precisam julgar todas as problemáticas, e montar o passo a passo, a dificuldade surge.

Com isso, o professor P4 ressaltou que “*observo que na graduação isso é um pouco mais fácil de ser trabalhado, porque eu percebo que muitos dos alunos não conseguem 100% de êxito, muitas vezes por falta de maturidade*”, e foi completado pelo professor P1, que acrescentou:

Na graduação isso pode ser um pouco mais fácil porque o aluno tem uma vivência maior, possui mais experiências. E para resolver um problema você precisa primeiro conseguir visualizar ele, e se você nunca viu, fica mais difícil criar uma solução.

Por fim, frente ao questionamento: “Se estivessem desenvolvendo um módulo didático para ser utilizado em suas disciplinas, que aspectos técnicos e pedagógicos julgam serem essências em seu dispositivo? ”, os professores entraram em consenso de que um *kit* didático que melhor atenderia suas necessidades, além de atender aos apontamentos já expostos, apresentaria maior flexibilidade nos experimentos. Neste sentido o professor P1, sugeriu:

Ele tem de ter a capacidade de ser flexível a mudanças e que os alunos possam fazer essas mudanças na hora de construir. Ele precisa ter a capacidade de colocar mais motores, lâmpadas, sensores, etc. para transformar em outras coisas. Ou pelo menos, permitir um funcionamento diferente.

Já o professor P2, além de reforçar a ideia de P1, retomou a importância da continuidade de estudos. Para ele é imprescindível que o módulo permita uma evolução didática nos experimentos. Em suas palavras:

Não seja um módulo muito engessado, que só aceita um tipo de prática. Tem que ser alguma coisa que possa fornecer, a quem vai utilizar, uma margem de mudança. É claro que não vai existir um módulo que seja capaz de atender tudo, mas que dentro daquilo para o que ele foi desenvolvido existe uma margem para que o professor possa estipular um nível iniciante, intermediário e avançado de prática. Porque o que nós temos hoje, são módulos onde você inicia e termina uma prática sem fazer uma conexão com a prática seguinte. E são práticas completamente diferentes sem uma sequência didática de raciocínio.

Posteriormente o professor P5 propôs que o novo *kit*, possuisse um caráter desafiador ao aluno, de maneira a atrair seu interesse em buscar conhecimento para solução dos problemas.

É importante que ele ofereça um desafio para o aluno, para que o aluno se sinta instigado a desenvolver alguma coisa e não apenas sair montando como nos *kits* que nós temos. (...) e que ele consiga gerar um produto no final da atividade. E por fim, pensar no que fazer com esse produto final, para que pelo menos parte dele seja reaproveitável em outro projeto.

Após análise da entrevista, pôde-se elencar quais os principais atributos a plataforma deve possuir, sendo estes:

- Requerer baixa abstração para ser utilizada;
- Permitir modificações em seu funcionamento por parte dos usuários;
- Possuir aparência atrativa a um público jovem;
- Facilitar a contextualização do conteúdo estudado;
- Proporcionar experimentação seguindo uma sequência didática;
- Simular adequadamente situações reais do cotidiano profissional de técnicos das áreas de eletricidade e automação;
- Possuir um objetivo final que englobe a utilização de vários dispositivos eletrônicos;
- Apresentar ao menos uma aplicação direta para cada um de seus componentes;
- Proporcionar um ensino lúdico.

É preciso destacar que, por se tratar de um equipamento trabalhado com turmas do Ensino Técnico é básico que o caráter lúdico deste *kit* deve se voltar ao mercado de trabalho, e todas as questões pedagógicas devem ocorrer neste meio. Familiarizando o aluno com este novo ambiente e ainda lhe proporcionando uma formação de qualidade.

A análise da entrevista permite concluir que, ao menos de acordo com estes professores, não há como um *kit* por si só, atender a todos os quesitos supracitados, sendo esta a razão de associar a utilização desta plataforma de ensino de Robótica a Pedagogia de Projetos, uma vez que, esta sim, é capaz de proporcionar aos alunos um ensino mais completo. Porém, evocando questões aqui mencionadas, por diferentes fatores os alunos nesta modalidade de ensino comumente apresentam uma série de dificuldades iniciais dificultam a evolução de seus projetos e por isso propõe-se que a Robótica Educacional e seus *kits* didáticos sejam implementados no princípio da atividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como a maior parte das características trazidas pelos professores restringiam-se às questões pedagógicas, o levantamento técnico, que engloba a escolha dos componentes eletrônicos e elétricos, equipamentos mecânicos e demais elementos estruturais, foi baseado nos *kits* de ensino observados na Seção “*KITS DIDÁTICOS*” e nos trabalhos anteriores relacionados a esta linha de pesquisa.

Esta mescla de características é fundamental para aproveitamento máximo das potencialidades de ensino envolvidas com o novo *kit* didático. Neste sentido podem-se destacar certas fragilidades nos kits apresentados, como no caso da bancada BIT9, que apesar de apresentar certa flexibilidade nas montagens, ainda não permite, de maneira simples, a

utilização de seus diferentes módulos de ensaio para uma experimentação mais completa com um objetivo final, e ainda, por se tratar de um módulo focado nos conceitos de microeletrônica, não observa-se maior preocupação com a contextualização dos conteúdos, ou seja, existe uma grande necessidade de abstração do aluno durante a utilização deste equipamento.

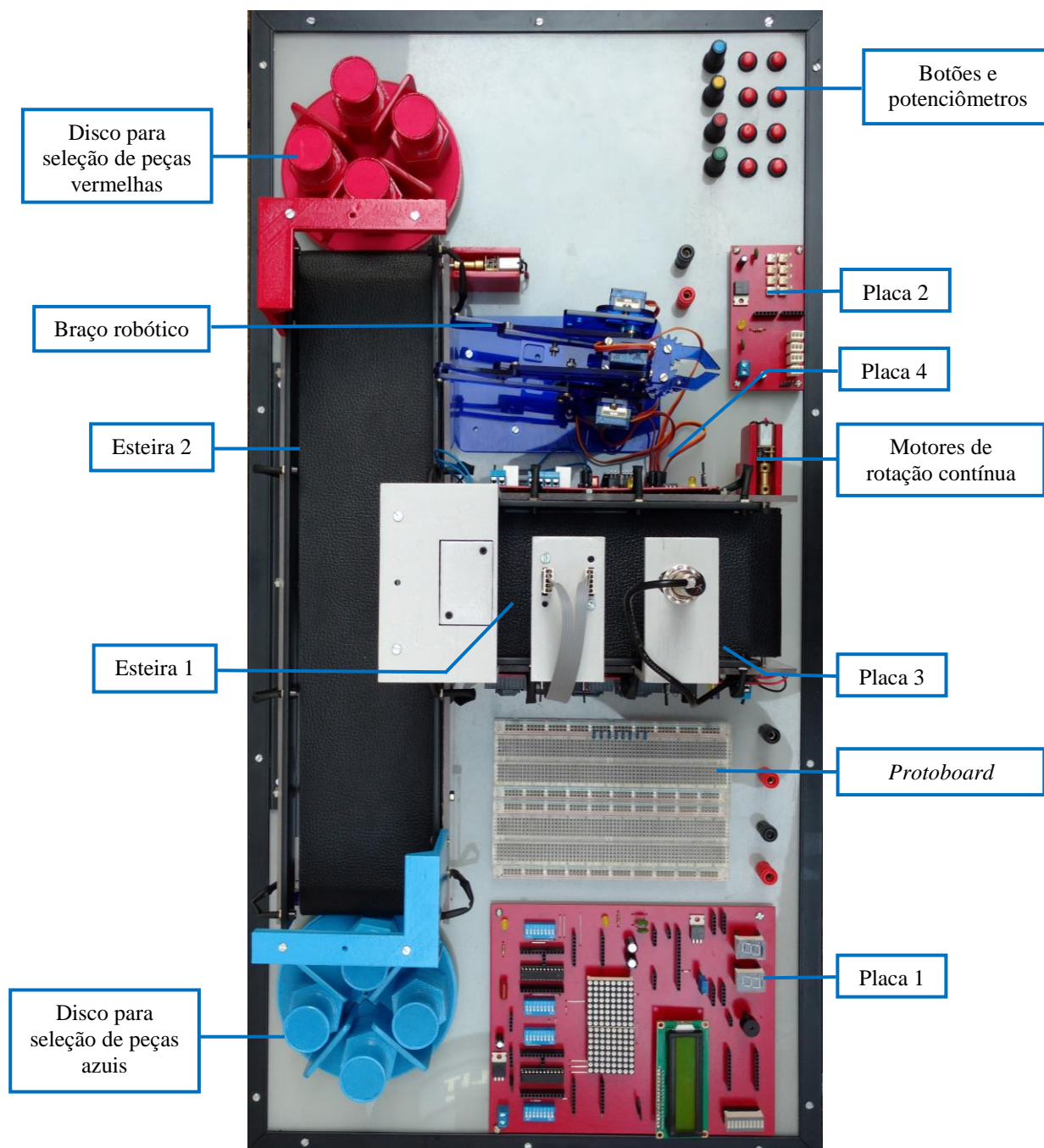
Por outro lado, o *kit* LEGO Mindstorm possui uma aparência amigável ao aluno. As programações e montagens são facilitadas devido a sua estrutura em blocos, o que lhe confere grande flexibilidade técnica. Todavia, esta facilitação afasta o aluno de situações reais, dificultando o aprimoramento de suas capacidades técnicas e psicológicas, sobretudo sua no que se refere a resolução de problemas.

Já os *kits* baseados na plataforma Arduino e similares, como aqueles apresentados nos modelos de *kits* 1 a 4, reproduzem com uma boa fidelidade circuitos eletrônicos e sistemas reais de automação, permitem contextualização, possuem aspecto atrativo ao aluno, entretanto, isoladamente, não reúnem um número razoável de dispositivos eletrônicos, o que limita demasiadamente sua aplicação no ensino. Além disso, ao se utilizarem, especificamente, estes *kits* os alunos necessitam realizar sua montagem e em seguida sua programação, e como anteriormente mencionado, esse processo requer muito tempo, e desta forma, é comum que os alunos tenham um aprendizado técnico reduzido a poucos componentes.

4.1 DESENVOLVIMENTO DO KIT DIDÁTICO

Com base os nos apontamentos apresentados, deu-se início a construção do protótipo da plataforma. Esta etapa da pesquisa foi realizada inteiramente pelo pesquisador e seu orientador. A participação dos professores que colaboraram com este trabalho se limitou a exposição de relatos vividos em sala de aula e sugestão de características que comporiam o equipamento, o que resultou no equipamento observado, em vista superior, na Figura 12.

Figura 12: Plataforma educacional de apoio ao ensino de robótica construída (vista superior)



Fonte: Próprio autor

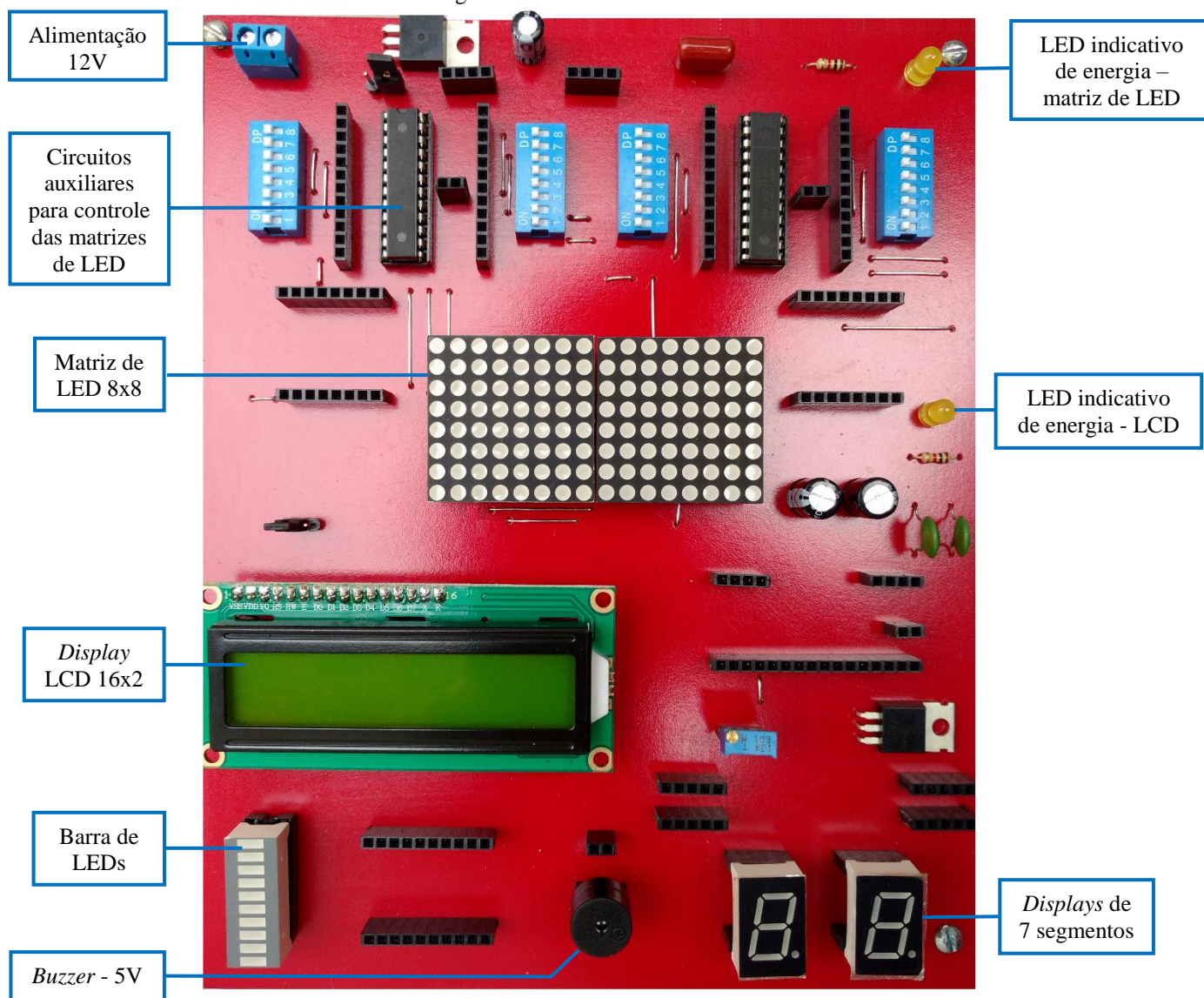
A estrutura possui as dimensões 80 cm × 45 cm × 12cm e foi construída em acrílico.

A fim de melhorar a organização dos circuitos a serem desenvolvidos com o equipamento, criaram-se placas auxiliares, similares aos *Shields* apresentados na Seção quaternária, Arduino. Cada placa reúne um conjunto de funcionalidades que permitem ao aluno realizar montagens mais complexas sem perder tempo com a confecção de cabos de conexão. Neste ponto, é imprescindível salientar que as placas, seguindo a Pedagogia de Projetos, somente deverão ser utilizadas, de maneira mais efetiva pelos alunos, após os mesmos

apresentarem experiência suficiente em montagem de circuitos, para que este tipo de facilitação interfira em seu aprendizado, tendo em vista os apontamentos dos professores, no que diz respeito às facilitações comumente implementadas nos *kits* didáticos.

A Figura 13 apresenta a placa auxiliar, doravante denominada Placa 1, com as interfaces homem-máquina (IHM) que estão disponíveis no equipamento.

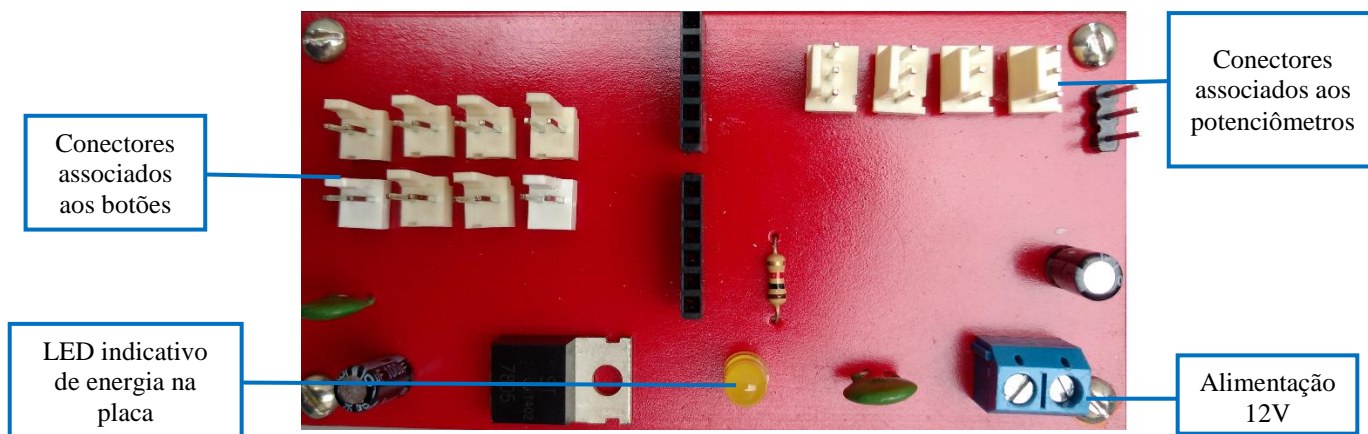
Figura 13: Placa auxiliar 1 - IHM



Fonte: Próprio autor

Na Figura 14, pode ser observada a placa auxiliar para controles manuais, denominada Placa 2. Nesta, estão contidos conectores associados aos pinos de botões de pressão momentânea (*push-buttons*) e potenciômetros lineares com resistência máxima de 10k Ω (Ohm – unidade de resistência elétrica).

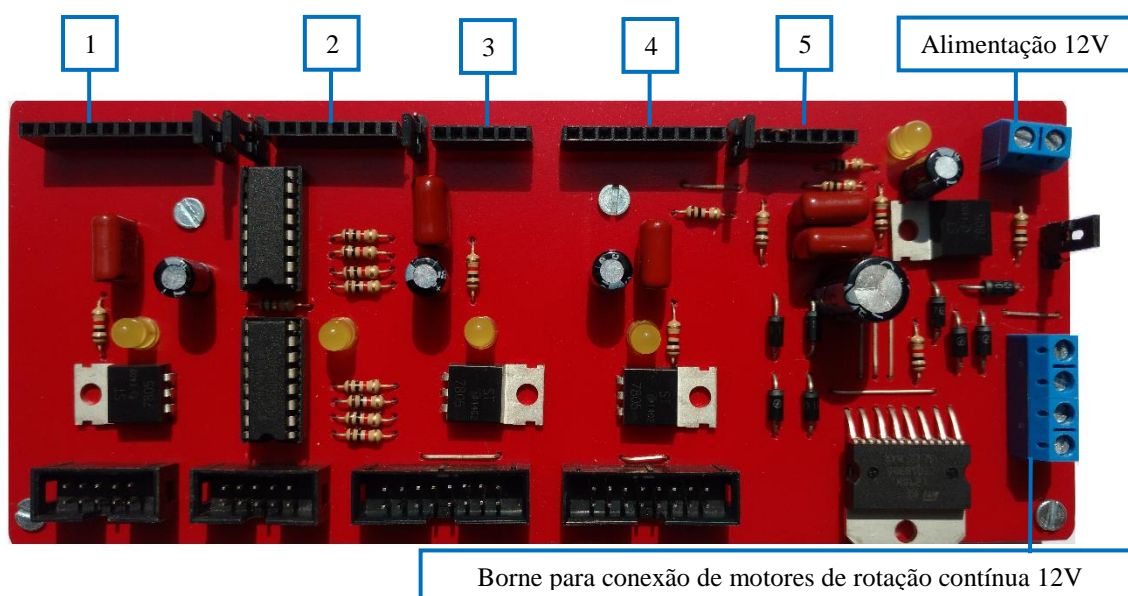
Figura 14: Placa auxiliar 2 - Dispositivos para controle manual



Fonte: Próprio autor

Na Figura 15 mostra-se a placa auxiliar com o maior número de funcionalidades, sendo estas, controle dos motores de passo e de corrente contínua, acesso aos pinos dos sensores e LEDs infravermelhos ao longo das esteiras.

Figura 15: Placa auxiliar 3

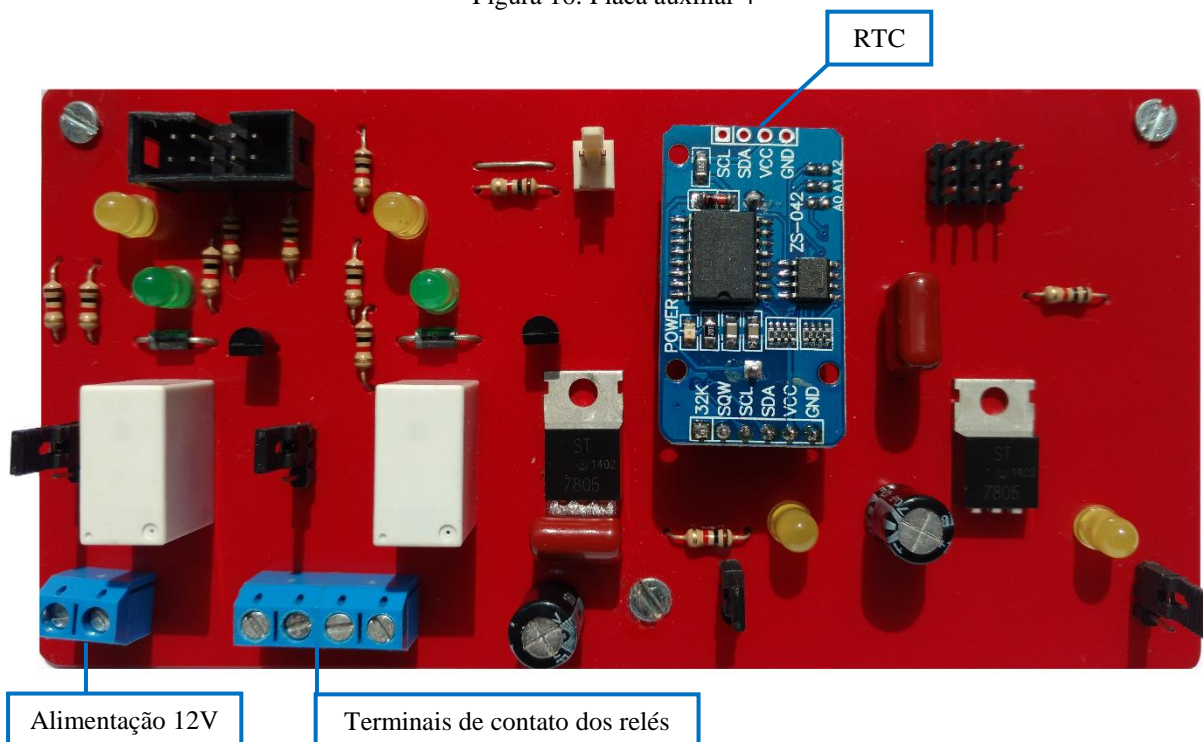


Fonte: Próprio autor

1. Conector para controle dos motores servos, mini relés e leitura do sensor de campo magnético e RTC (*Real Time Clock*) localizado na Placa 4;
2. Conector para controle dos motores de passo (discos para seleção de peças);
3. Conector para aquisição de informação do sensor cor;
4. Conector para aquisição de informação dos sensores de posição (fototransistores);
5. Conector para controle dos motores de rotação contínua.

A última placa auxiliar desenvolvida foi Placa 4. Nesta placa estão contidos relés, um relógio RTC, terminais de conexão com um sensor de campo magnético (*reed switch*) e conectores para controle dos servos motores do braço robótico.

Figura 16: Placa auxiliar 4



Fonte: Próprio autor

A Placa 4 foi projetada para ser totalmente controlada por meio da Placa 3, tendo em vista sua proximidade estratégica com o *protoborad*, e reduzindo assim, a quantidade de cabos de conexão demasiadamente longos.

4.2 DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES

Nesta subsecção serão apresentados todos os componentes eletrônicos e elementos mecânicos que foram selecionados para compor o protótipo de plataforma didática proposta nesta pesquisa.

4.2.1 Dispositivos de Entrada

Dispositivos de entrada em sistemas embarcados são elementos que enviam algum tipo de informação ao(s) dispositivo(s) de processamento (neste caso, Arduino, PIC ou Raspberry),

seja ela, analógica ou digital. Estes dispositivos podem ser botões como acontece com o teclado de um telefone; um computador conectado ao MCU; outro MCU; e um dos mais importantes, sensores (THOMAZINI, 2014).

4.2.1.1 Sensores

Segundo Sinclair (2001, p. 10): “sensores são dispositivos capazes de detectar ou mensurar uma grandeza física. Podem ser classificados em **ativos**, quando geram um sinal sem a necessidade de uma fonte de alimentação externa (exemplos incluem células fotovoltaicas, termoacopladores e dispositivos piezoelétricos); ou **passivos**, quando necessitam ou não de fonte de energia externa (a exemplo: LDR’s, termistores, fotoacopladores e *reed switches*)”.

Em virtude da grande variedade de sensores existentes atualmente, e relativa dissociação em suas aplicações, considerando ainda, que o módulo deve possuir capacidade de propiciar a interligação dos processos de uma indústria, não se pôde explorar todos os tipos de sensores. Sendo assim, buscou-se implementar uma quantidade e variedade de sensores que permitisse ao aluno explorar certas funcionalidades típicas de sistemas automatizados em indústrias.

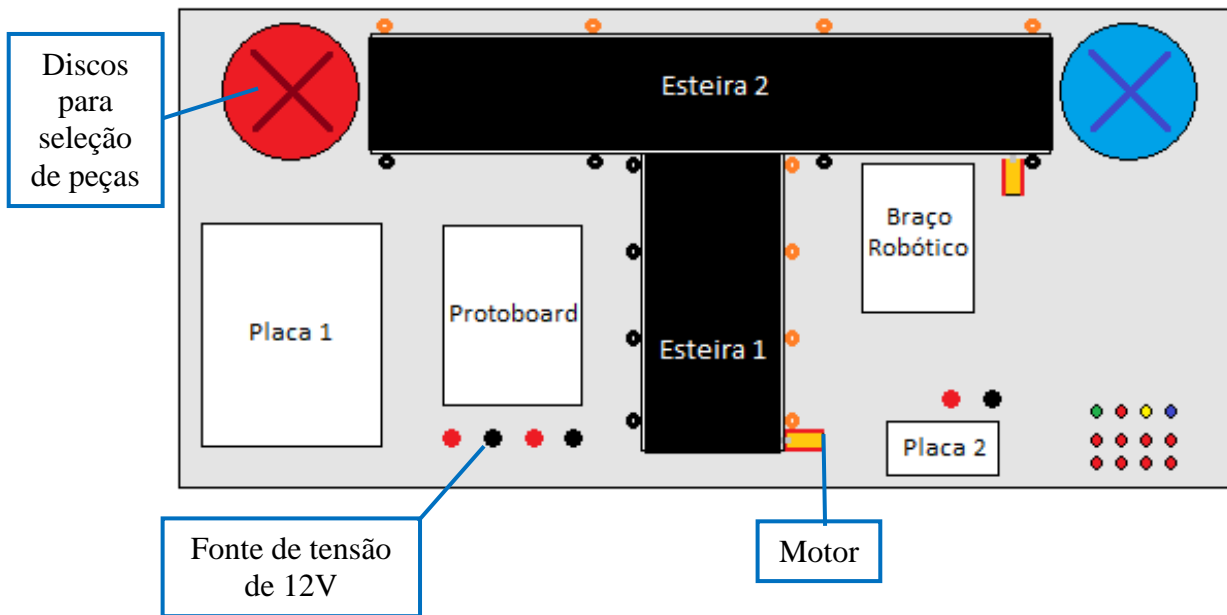
- **Deteccção de peças**

Um par óptico é constituído por um dispositivo emissor e um dispositivo receptor de infravermelho. É comum ser utilizado como sensor digital simples, onde apenas dois estados lógicos são possíveis, “alto” e “baixo”. Se o feixe de infravermelho atinge o receptor, o controlador perceberá um nível de tensão baixo ou alto, dependentemente de como o aluno irá montar o circuito. Quando algo bloqueia a linha do feixe, tem-se um nível de tensão inverso ao anterior.

Estes dispositivos foram instalados ao longo das duas esteiras motorizadas como visto na Figura 17, oferecendo ao aluno a possibilidade de, por meio de detecções pontuais, acompanhar o processo de transporte dos objetos até seu destino final. Simulando uma situação onde o operador de um sistema monitorasse remotamente a indústria.

Figura 17: Esquematisação da plataforma de ensino construída (vista superior)

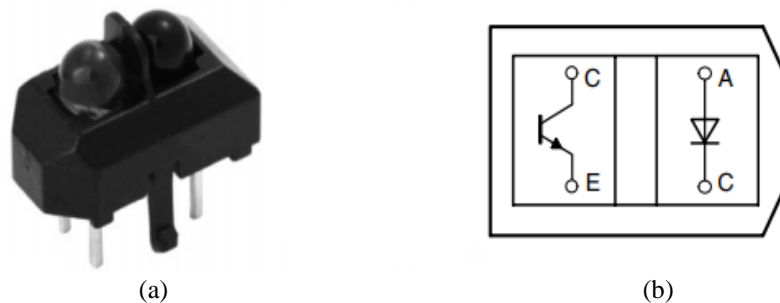




Fonte: Próprio autor

Os pares óticos utilizados na plataforma foram retirados do conjunto emissor e receptor infravermelho TCRT5000, constituído de um LED (*Light Emitter Diode* – Diodo Emissor de Luz) infravermelho e um fototransistor, conforme pode ser visualizado na Figura 18.

Figura 18: Par ótico TCRT5000, (a) aparência física e (b) esquema elétrico



Fonte: Vishay Semiconductors (2017)

- **Seleção de peças**

A separação de peças e componentes de acordo com suas especificações de tamanho, peso, cor, material, e outros, é algo bastante comum em processos industriais, devido a isso, o *kit* aqui proposto foi projetado com esta funcionalidade, que será explorada como meta principal dos estudos. Onde, para utiliza-la, o aluno precisará desenvolver objetivos secundários que em conjunto ajudarão a construir um conhecimento mais significativo e completo acerca dos componentes envolvidos, montagem e programação de hardware.

Utilizando os sensores presentes no *kit* o aluno poderá distinguir as peças (produtos) de acordo com sua cor (azul ou vermelho), e seu material (plástico, metal e magnético) e então programar o sistema para organizá-los em discos giratórios localizados nas extremidades da esteira 2.

Optou-se por utilizar o sensor de cor modelo TCS3200 (Figura 19). Este sensor reconhece níveis de luz RGB (Red, Green e Blue, ou vermelho, verde e azul) e envia esses dados para o microcontrolador. Trata-se de um modelo de fácil programação e prototipagem, com alta precisão em reconhecimento de cores e baixo custo financeiro.

Figura 19: Módulo de detecção de cores TCS3200



Fonte: Próprio Autor

A verificação do material constituinte das peças poderá ser realizada utilizando-se os sensores de metal, modelo LJ12A3-4-Z/BX e de campo magnético, modelo *reed switch*, sendo a detecção de materiais plásticos realizada por meio da exclusão de possibilidades. Ou seja, caso o material da peça não seja metálico ou magnético o sistema estar pré-programado para identificá-lo como plástico e por fim, tomar a decisão de qual disco e em qual compartimento mesmo será disposto.

O sensor LJ12A3-4-Z/BX (Figura 20-a), é um dispositivo eletrônico, do tipo indutivo, que detecta a presença de metais a uma distância de 4 milímetros. Enquanto os *reed switches* (Figura 20-b), são dispositivos que funcionam como interruptores (liga/desliga), acionados por campos magnéticos produzidos por ímãs ou eletroímãs dele aproximados.

Figura 20: (a) Sensor LJ12A3-4-Z/BX e (b) sensor *reed switch*



Fonte: Próprio Autor

- **Dispositivos para controle manual**

Este bloco é formado por quatro potenciômetros lineares (Figura 21 - b), que são dispositivos que apresentam resistência elétrica variável, ajustada manualmente por meio de um eixo rotatório. Este dispositivo possui diferentes aplicações na eletrônica, como funções de ajuste de sensibilidade de detectores, intensidade na luminosidade de LEDs, controle do volume sonoro em alto-falantes, posicionamento de motores servo e de passo, e controle de velocidade em motores de corrente contínua.

O bloco reúne, ainda, um conjunto de oito botões do tipo *push-button* (botão pulsador), (Figura 21 - a), comumente utilizados para comando de sistemas onde os acionamentos ocorrem por meio de pulsos de tensão provocados manualmente pelo usuário ao pressionar momentaneamente o botão.

Figura 21: (a) Modelo de *push button* e (b) potenciômetro linear



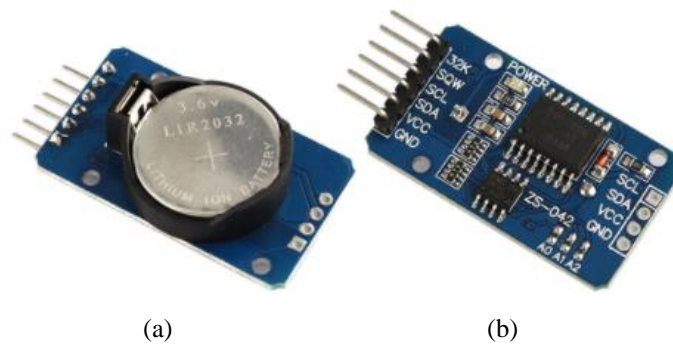
Fonte: Próprio autor

Ambos os dispositivos têm seus terminais acessados por meio de conectores instalados na PCI localizada ao lado do bloco, de maneira a impedir que, durante as montagens, os alunos se confundam com o funcionamento do seu projeto em virtude da possível desorganização em meio a grande quantidade de cabos de conexão.

- **RTC**

O módulo RTC é um dispositivo utilizado para medir tempo e retornar os valores ao microcontrolador. A principal vantagem em utilizá-lo é que ele permanece desempenhando suas funções mesmo quando a energia do dispositivo principal está desligada, devido a uma bateria auxiliar que pode ser instalada em um suporte específico localizado no próprio módulo, que ainda tem como características: apresenta baixo consumo de energia, calendário completo e mais 56 *bytes* de memória, sendo capaz de fornecer informações como horas, minutos, segundos, dia, mês e ano.

Figura 22: RTC, (a) vista frontal e (b) posterior



Fonte: Próprio autor

O RTC foi instalado na Placa 4, todavia os terminais deste dispositivo podem ser acessados pela Placa 3, que fica localizada ao lado do *protoboard*, evitando assim complicações na montagem devido a distância entre os pontos de conexão do microcontrolador e o RTC.

4.2.2 Dispositivos de Saída

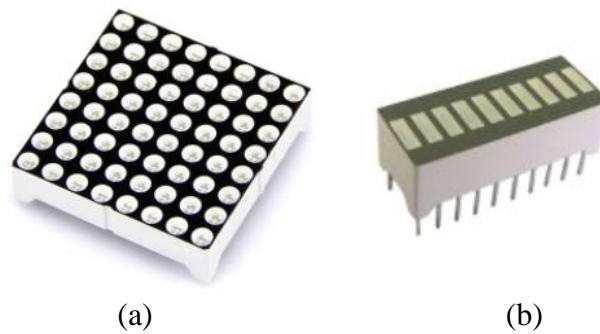
Dispositivos de saída, como o próprio nome sugere, realizam o trabalho oposto aos dispositivos de entrada. Estes elementos do hardware são responsáveis por executar determinadas tarefas coordenadas pelo MCU. Por exemplo, um *display* LCD apresentar uma mensagem, motores de rotação contínua acionarem uma escada rolante, motores servos e de passo controlarem a movimentação de braços robóticos, relés acionarem/desacionarem sistemas e iluminação, etc (THOMAZINI, 2014).

- **Interface visual e sonora**

O protótipo está equipado com quatro interfaces visuais baseadas em sistemas luminosos, sendo estas: barra de LEDs, *displays* de sete segmentos, matrizes de LEDs – 8×8 e *display* LCD, todos instalados em uma única placa (Placa 1 – Figura 13) de circuito impresso de fácil utilização. A placa possui também um *buzzer* (campainha) que permite ao projetista do sistema simular alertas sonoros.

A barra de LEDs e a matriz de LEDs 8×8 , são dispositivos baseados no acender e apagar de LEDs de maneira sistemática a fim de produzir efeitos visuais, como mensagens de texto, movimento de objetos em uma ou duas dimensões, análise visual de intensidade sonora e outros.

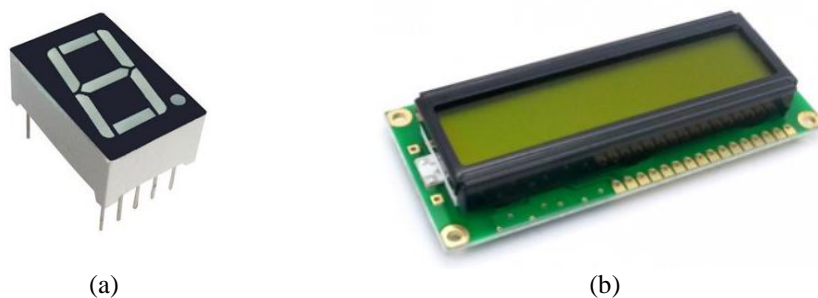
Figura 23: (a) Matriz de LEDs 8×8 e (b) barra de LEDs



Fonte: Próprio autor

Os *displays* de sete segmentos, assim como os elementos citados acima, baseiam-se no acionamento sistematizado de LEDs, dispostos de tal forma que permitem a escrita de vários caracteres alfanuméricos. São bastante utilizados para exibir contagens, seja de tempo, objetos detectados por um sensor, e outras, apesar de também serem capazes de exibir letras. Porém, como cada display é capaz de exibir uma letra por vez esta aplicação é comumente destinada ao módulo *display* LCD, que de acordo com o modelo, pode exibir simultaneamente, texto, números e símbolos gráficos. Neste projeto este *display* é do tipo, 16×2 , isso significa que é possível escrever até trinta e dois caracteres divididos em duas linhas, dezesseis caracteres em cada.

Figura 24: Displays (a) de 7 segmentos e (b) LCD



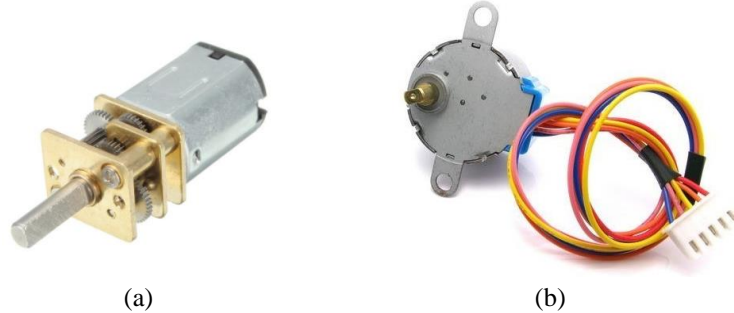
Fonte: Próprio autor

- **Atuadores mecânicos**

O estudo com atuador mecânicos é realizado com três diferentes tipos de motores. Os motores de rotação contínua (motores cc), motores de precisão (motores de passo) e motores servos de 180° . Sendo os primeiros, utilizados para controle da movimentação das esteiras transportadoras (Figura 12), incluindo sentido de rotação dos motores, controle de velocidade, acionamento e paradas. Já os motores de passo, serão responsáveis pelo posicionamento correto dos discos de seleção de peças. O motor de passo é um motor elétrico que desloca um ângulo

de $1,8^\circ$ a cada pulso recebido do drive de controle. O número de passos que o motor gera, é exatamente igual ao número de pulsos recebidos e a velocidade do motor é igual a frequência de entrada de pulsos.

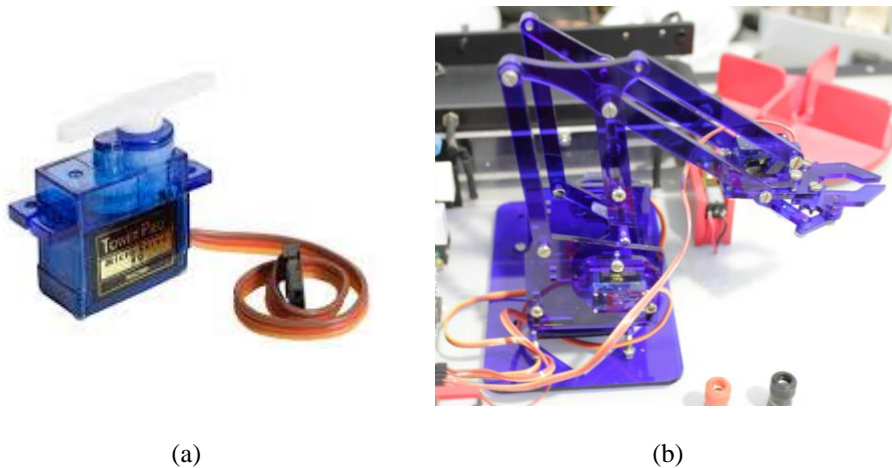
Figura 25: Motores de (a) rotação contínua e (b) de passo



Fonte: Próprio autor

Os motores servos, utilizados no protótipo, foram instalados em um braço robótico, conferindo a ele, quatro graus de liberdade de movimentação. O braço poderá ser controlado de forma totalmente automatizada ou manualmente, por meio dos potenciômetros e botões.

Figura 26: (a) Motor servo e (b) braço robótico



Fonte: Próprio autor

- **Relés**

Os relés são dispositivos comutadores eletromecânicos. Ou seja, ao se injetar uma pequena corrente elétrica, ele por meio de magnetismo, estabelece contato mecânico entre dois pontos, por onde passarão uma corrente elétrica consideravelmente maior que citada anteriormente. Estes dispositivos possuem um grande gama de aplicações, que incluem desde carrinhos de controle remoto até controle e proteção de motores industriais de alta potência.

É comum a utilização de relés em sistemas microcontrolados, uma vez que o dispositivo de processamento muitas vezes não possui capacidade de acionar e desacionar de maneira direta determinados componentes ou sistemas que necessitem de mais energia, como no caso dos motores.

Figura 27: (a) Relés 12Vcc/3A e (b) montagem na placa

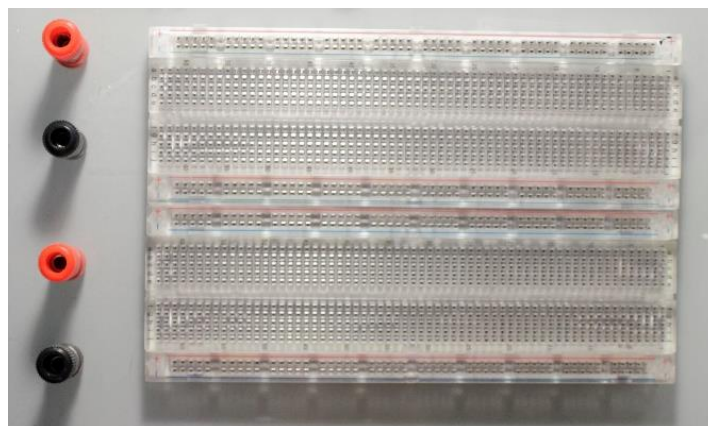


Fonte: Próprio autor

- **Protoboard**

Uma *protoboard*, também conhecida como matriz de contatos, é utilizada para fazer montagens provisórias, teste de projetos e outras aplicações. A grande vantagem é que os componentes podem ser facilmente retirados para serem utilizados posteriormente em novas montagens.

Figura 28: *Protoboard* 1680 pontos



Fonte: Próprio autor

A *protoboard* possui um importante papel na plataforma, pois é devido as suas características de fácil montagem e desmontagem de circuitos que os estudos desenvolvidos na

podem ocorrer de maneira mais dinâmica, além de permitir ao estudante mudanças drásticas no funcionamento geral do sistema, por meio da inclusão de componentes que não estão disponíveis no equipamento, como módulos de comunicação *wireless* (sem fio), outros sensores e atuadores.

Sua utilização possibilita, ainda, que todas as interfaces podem ser implementadas no projeto final em conjunto ou separadamente, de acordo com a necessidade ou imaginação do aluno, todavia a medida que o acrescentam-se mais interfaces maior será a complexidade do projeto, portanto cabe ao professor estipular metas a serem atingidas de forma gradual até que o aluno possua conhecimento suficiente para integrar um número maior de subsistemas em seu projeto.

4.3 EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA

Nesta subseção apresenta-se um exemplo de utilização da plataforma no ensino de Robótica aliada a Pedagogia de Projetos. Permitindo alcançar um nível mais profundo de aprendizado dos alunos frente a resolução de problemas que surgem ao longo da resolução de problemas práticos.

Cabe salientar que esta atividade possui um nível complexo de execução, requerendo reflexão e dedicação do aluno. Assim, a mesma só deve ser aplicada após uma série experimentações trabalhadas por meio de uma sequência didática partindo de montagens mais simples como o acendimento de LEDs.

4.3.1 Atividade Exemplo

Seguindo a Pedagogia de Projetos, o professor deverá apresentar de maneira sucinta ao estudante, um desafio com objetivos simples, e que simulem situações reais envolvendo as tecnologias contidas na plataforma, conforme apresentado em sequência.

- **Enunciado**

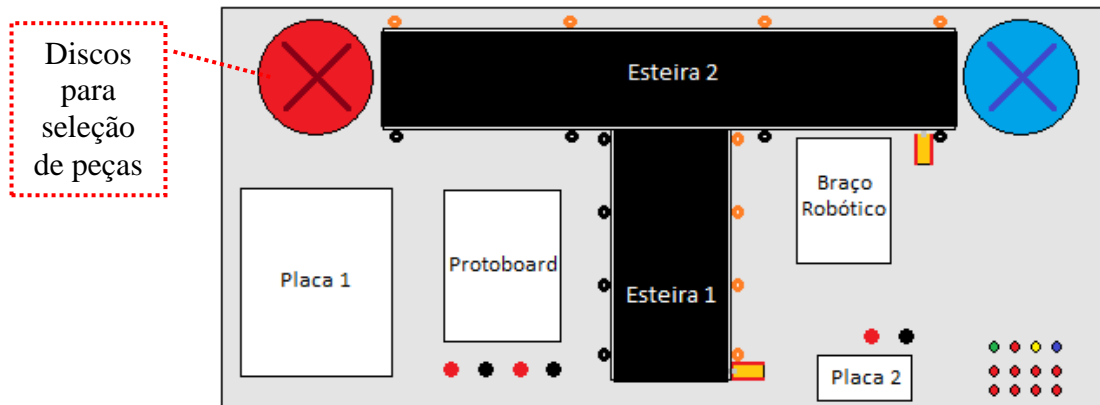
Você foi contratado por uma indústria de fabricação de brinquedos para desenvolver um sistema automatizado de contagem e seleção de determinadas peças dos produtos lá desenvolvidos. Considere que a seleção deverá ser realizada de acordo com a cor (vermelho ou

azul) e o seu material (plástico, metálico, magnético) das peças, além disso, o sistema deverá possibilitar ao operador do sistema, monitoramento remoto de todo o processo.

Dados:

- As peças são colocadas manualmente próximas de uma esteira injetora (Esteira 1) e em seguida recolocadas sob a esteira, por um braço robótico, mediante o seu acionamento pelo técnico de operação;
- A peça deve ser analisada automaticamente por sensores localizados na primeira esteira, encaminhada à segunda esteira e, por fim, ao compartimento adequado dos discos de seleção de peças, localizados nas extremidades de uma segunda esteira, conforme o esquema mostrado na Figura 29.

Figura 29: Exemplo de utilização - figura base



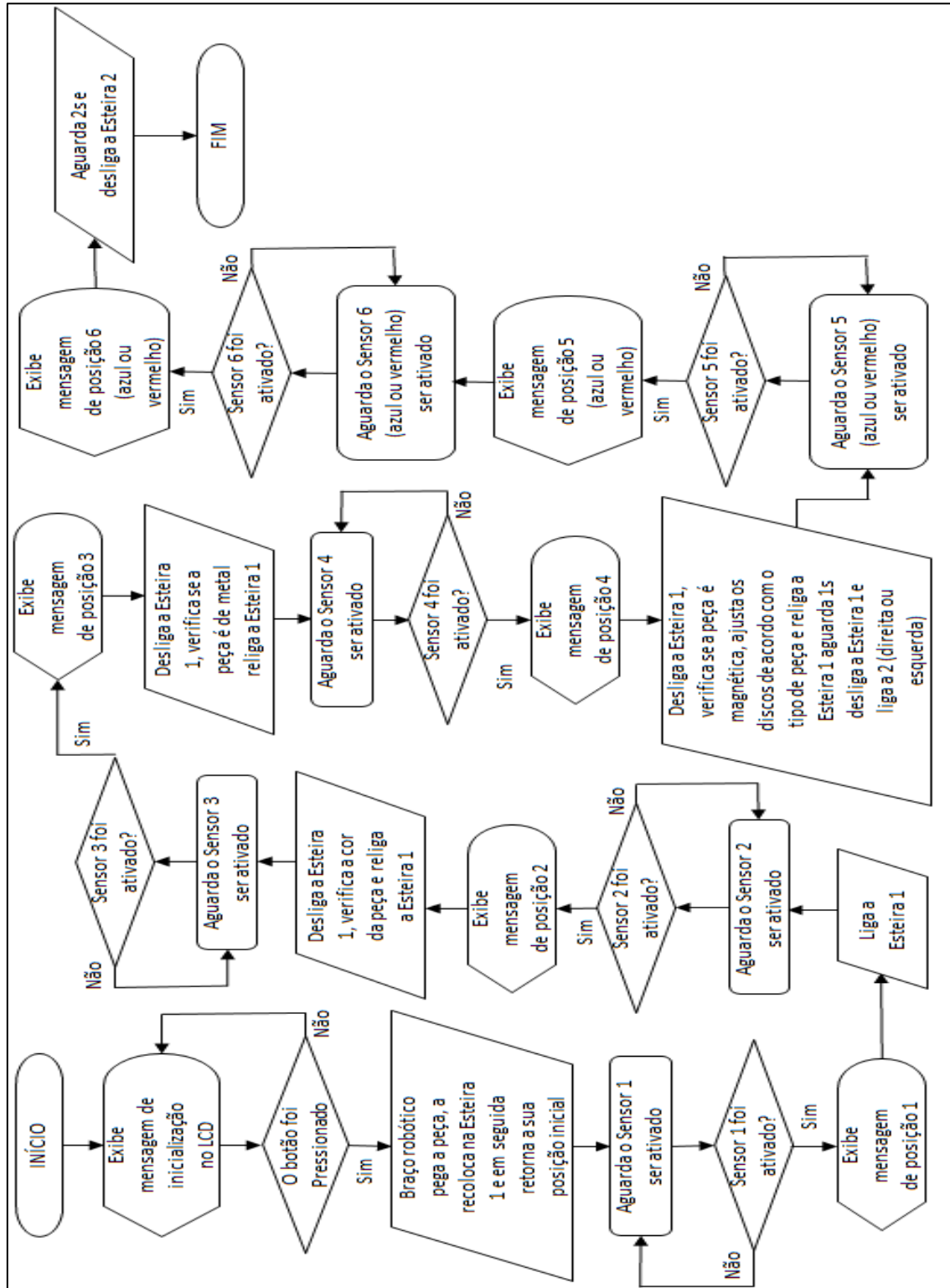
A partir deste ponto o aluno deverá sozinho buscar meios para alcançar seu objetivo, quer seja por meio de pesquisa, conversas com seus colegas, testes de funcionamento, entre outros, cabendo ao professor orientá-lo a seguir os melhores caminhos, sem interferir na sua autonomia.

• Solução

Existem diferentes maneiras para solucionar este problema, por isso é importante que o professor não apresente de imediato quaisquer soluções específicas, apenas exemplos gerais, relacionados ao controle dos dispositivos que integram o sistema.

Uma forma de se solucionar o problema, é analisá-lo por partes, dividindo-o em blocos menores, ou problemas menores, que serão resolvidos em sequência e por fim agrupados, conforme mostrado no fluxograma a seguir.

Figura 30: Exemplo de utilização - fluxograma de processos

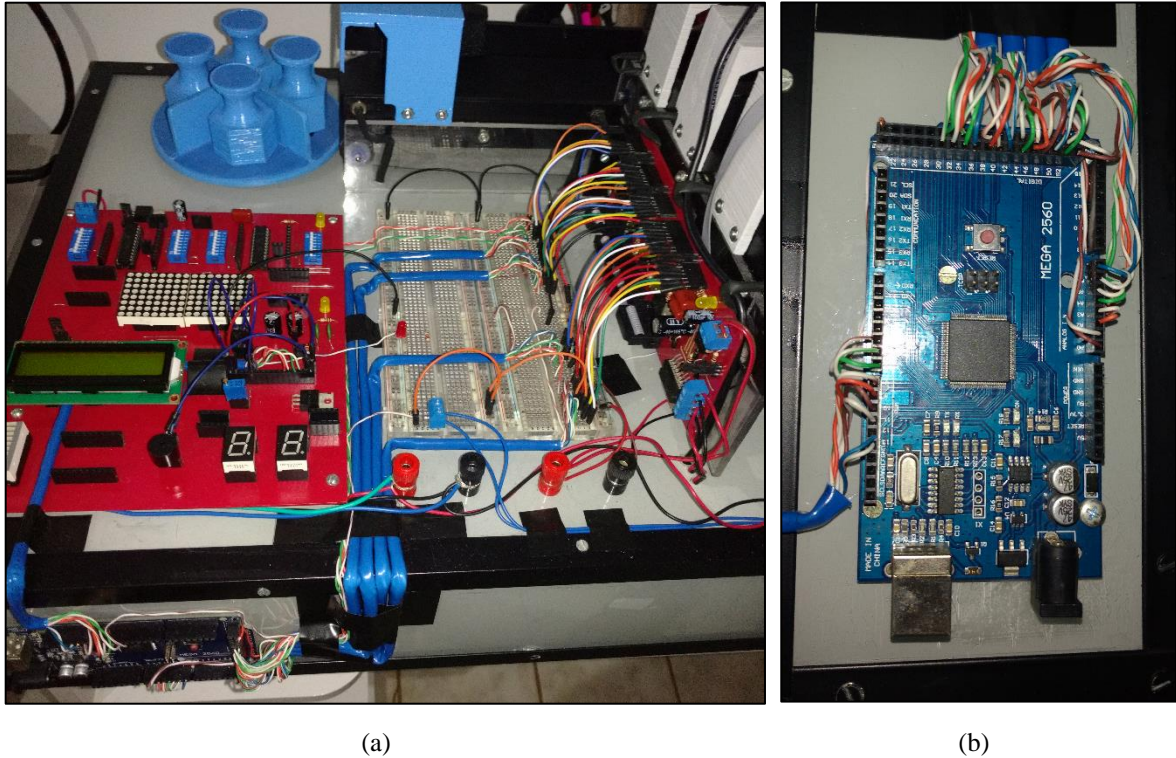


Fonte: Próprio autor

- **Passo a Passo da Resolução**

1. Conectar os terminais dos dispositivos (via placas auxiliares) à alimentação e às entradas e saídas, analógicas (sensores de posição) e digitais (demais elementos) do Arduino, como visto na figura a seguir.

Figura 31: Exemplo de utilização - passo 1, (a) placas e (b) Arduino



Fonte: Próprio autor

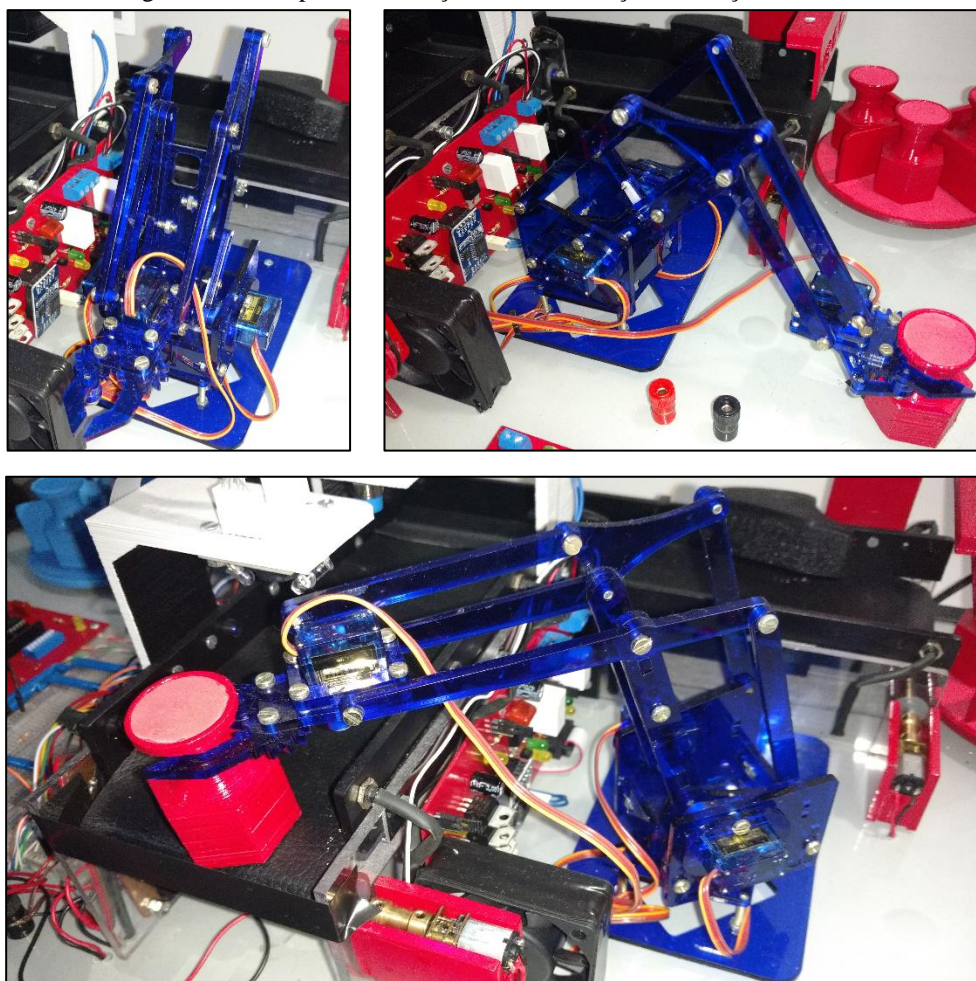
2. Realizar a programação do braço robótico sabendo que

Dados: Motor 1 – movimenta: para direita e esquerda;
 Motor 2 – movimenta: para cima e para baixo;
 Motor 3 – movimenta: para frente e para trás;
 Motor 4 – movimenta: abertura e fechamento da garra.

e seguindo a estrutura abaixo

- a. Determinar a posição zero para os servos motores de modo que quando estiverem nesta, nenhum dos motores esteja trabalhando forçadamente (isso pode ser percebido devido ao ruído anormal produzido pelo motor, aquecimento indesejável da placa auxiliar 4);
- b. Programar os motores para realizar movimentações sucessivas com o objetivo de que o braço pegue a peça e a recoloca sobre a Esteira 1, e por fim retorne a posição zero, determinada no passo anterior.

Figura 32: Exemplo de utilização - movimentação do braço robótico



Fonte: Próprio autor

3. Após o retorno do braço a posição zero, os sensores óticos (sensores de 1 a 6) são ativados e a entrada analógica, correspondente ao sensor 1 (par ótico 1) será ativada quando a peça cruzar a área monitorada por este sensor, e com isso o display deverá exibir a mensagem referente a posição detectada e a Esteira 1 deverá ser acionada.
4. Quando a área monitorada pelo sensor 2 for ativado pela peça a esteira deverá ser desacionada e o sensor de cores acionado para identificar a cor desta peça. Um segundo depois a esteira é novamente acionada.
5. De forma idêntica anterior, quando a área monitorada pelo sensor 3 for violada pela peça a Esteira 1 desaciona e o sensor de metais é ativado afim de se determinar se o material constituinte da peça é metálico ou não. Em seguida a Esteira 1 é reativada até a peça atingir a área do sensor 4, onde o sensor de campo magnético verificará se o material da peça é magnético.

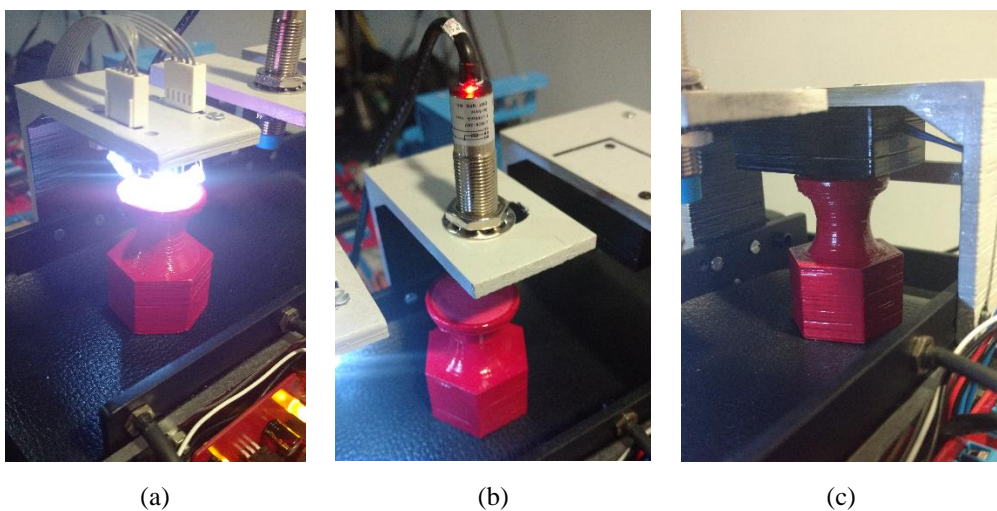
Figura 33: Exemplo de utilização - mensagem referente ao sensor 1



Fonte: Próprio autor

- P: 1 – Posição 1 (par ótico 1)
- V: 0 e A:0 – Contagem de peças vermelhas (V) e azuis (A).

Figura 34: Exemplo de utilização - análise da peça por (a) cor e material (b) metálico e (c) magnético



Fonte: Próprio autor

6. Antes da Esteira 1 ser religada, o sistema posicionará o disco de seleção azul ou vermelho (dependendo da cor da peça), de tal forma que o compartimento correspondente ao material da peça (plástico, metal ou magnético) fique de frente para Esteira 2.
7. A Esteira 1 é religada, despejando a peça sobre a Esteira 2 que a transportará até o disco seletor da mesma cor da peça.
8. Ao longo da Esteira 2 a peça cruzará outros dois sensores óticos de posicionamento, 5 e 6, para direita (sentido do disco vermelho) ou para esquerda (sentido do disco vermelho), novamente, dependendo da cor da peça. 2 segundos após o cruzamento do

sexto sensor a esteira 2 é desligada e o processo pode ser repetido até que todas as peças estejam corretamente colocadas nos discos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o auxílio da nova ferramenta de ensino aqui desenvolvida o professor poderá demonstrar de forma prática conceitos teóricos de fenômenos físicos, bem como sua utilização aplicações reais, simuladas de forma lúdica, contextualizada e desafiadora, que deverá surtir um efeito motivador ao aluno. Em paralelo, será possível ao aluno, após a elaboração de algoritmos computacionais de controle do *hardware* montado, experimentar o funcionamento de seu programa em um equipamento real, produzindo, assim, conhecimento significativo que evoluirá a medida que os sistemas se complexifiquem.

Isso permitirá ao aluno, após compreensão dos processos de programação e montagem de *hardwares*, desenvolver formas mais eficientes de funcionamento para os equipamentos/sistemas estudados, além elaborar e testar hipóteses a respeito da construção de novas tecnologias, tornando as aulas práticas mais interessantes e motivadoras ao aluno, que imergir na Pedagogia de Projetos poderá externalizar, de acordo com seu querer, aquilo que aprendeu, não apenas em sala de aula, mas também, em seu cotidiano extra classe.

Deve-se ressaltar que a plataforma educacional por si só não será capaz de atender em totalidade os benefícios pedagógicos apontados neste trabalho. Para tanto, é preciso aliá-la a Pedagogia de Projetos afim de que se reduzam as limitações do processo de ensino e aprendizagem apoiados pelo equipamento, afinal, mesmo que tenha sido projetado para simular situações reais, ainda se trata de um ambiente controlado, incapaz de reproduzir em sua plenitude a complexidade de sistemas tecnológicos existentes em uma indústria real, como pequenos problemas de folga em parafusos, desalinhamento de peças, vibração em motores, e outras adversidades corriqueiras que surgem com a utilização contínua dos equipamentos.

Ao se comparar os resultados aqui obtidos, com aqueles apresentados na Seção terciária, intitulada “Pesquisas para desenvolvimento de *kits* didáticos”, observa-se apesar se utilizar componentes similares, no que se refere aos sensores, atuadores e controladores, verifica-se que as possibilidades oferecidas aos alunos se mostram bastante reduzidas, limitando-se ao cumprimento de atividades envolvendo poucos recursos técnicos, culminando com um nível de

aprendizado inferior ao que se pode obter com a maior flexibilidade de criação encontrada na Plataforma desenvolvida quando associada a Pedagogia de Projetos.

A conclusão deste trabalho caracteriza-se como o fim de apenas uma etapa das pesquisas para perfeita utilização da Plataforma Educacional no ensino em escolas, levando em consideração todo o potencial técnico e pedagógico que a mesma possui. De fato, será preciso desenvolver uma pesquisa mais aprofundada a respeito da melhor sequência didática de ensino de programação e montagem dos *hardwares*, com o objetivo de garantir ao aluno um adequado acompanhamento dos processos técnicos e/ou conteúdos envolvidos em cada atividade desenvolvida. Em paralelo, a plataforma ainda precisa ser experimentada por alunos, pois como seu projeto e construção se deram com base no ponto de vista docente é possível que existam questões em seu funcionamento que precisem ser readequadas aos discentes, de modo a lhes oferecer maior fluidez nos estudos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernando José de; FONSECA JÚNIOR, Fernando Moraes. **Projetos e ambientes inovadores**. Brasília: Secretaria de Educação a Distância–SEED/Proinfo–Ministério da Educação, 2000.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; PRADO, maria elisabette brisola britto. **Pedagogia de Projetos**. Série “Pedagogia de Projetos e Integração de Mídias” - Programa Salto para o Futuro, Setembro, 2003.

ARDUINO. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/main/software>>. Acesso em: 05 de abril de 2017.

AROCA, Rafael Vidal. **Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional**. 2012. 116f. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação. Natal, 2012.

BACAROGLO, Mauricio. **Robótica Educacional: Uma metodologia educacional**. Dissertação de Mestrado. Londrina: UEL, 2005.

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. **Primeiros Passos com o Arduino**. São Paulo: Novatec Ltda, 2015.

BIT9 - EQUIPAMENTOS DIDÁTICOS. Disponível em: <<http://www.bit9.com.br/>>. Acesso em: 08 de maio de 2017.

BIZZO, Nélío. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ática, 2002.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BORUCHOVITCH, Evely; BZUNECK, José Aloyseo. **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Diário Oficial da União, 2013.

BRIDI, Eder; GIANESINI, Bárbara M.; BIANCHI, Ermete C. et.al. **Oficina de Arduino como Ferramenta Interdisciplinar no Curso de Engenharia Elétrica da UFMT: A Experiência do Pet-Elétrica**. XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia- Cobenge. Gramado, 2013.

CABRAL, Cristiane Pelisolli. **Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento**. 2010. 148f. Dissertação (Mestrado

em Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, 2010.

CIELNIAK, Grzegorz; BELLOTTO, Nicola; DUCKETT, Tom. **Integrating mobile robotics and vision with undergraduate computer science**. IEEE Transactions on Education, v. 56, n. 1, p. 48-53, 2012.

CUNHA, Ana et al. **Relação entre o esforço do professor para envolver os alunos e o envolvimento dos alunos durante a realização de trabalho experimental**. In: ACTAS do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências para o Trabalho, o Lazer e a Cidadania, Braga, Universidade do Minho, 2011. p.69-79.

DUBAR, Claude. **La socialisation-construction des identités sociales et professionnelles**. Paris, A. Collin, 1991.

ENGEL, Guido Irineu. **Pesquisa-ação**. Educar, Curitiba, n. 16, p. 181-191. Editora da UFPR. 2000.

FAGUNDES, Carlos Artur Nepomuceno et. al. **Aprendendo Matemática com Robótica**. UFRGS: Porto Alegre, 2005. Instituto de Matemática, Universidade do Rio Grande do Sul.

FREIRE, Fernanda Maria Pereira; PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito. **Projeto pedagógico**: pano de fundo para a escolha de um *software* educacional. In: José Armando Valente. (Org.). O computador na sociedade do conhecimento. Campinas: Unicamp/Nied, 1999, p. 111-130.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

GADOTTI, Moacir. **História das ideias Pedagógicas**. São Paulo: Ática, 1993.

GOODWIN, Steven. **Smart home automation with Linux and Raspberry Pi**. Apress, 2013.

GRIMMETT, Richard. **Arduino robotic projects**. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2014.

HAUS, Jörg. **Optical Sensors**: basics and applications. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010.

HEIN, Werner. **Raspberry Pi aplicado a projetos do mundo real**. Linux Magazine, v.100, Mar. 2013. Disponível em: <<http://lnm.com.br/lm/article/8388>>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2017.

HUBER, Michel. **Apprendre en projets: la pédagogie du projet-élèves**. Lyon, Chronique Sociale, 1999.

KUROWISKI, Alexandre Rossi. **Estudo Sobre Plataformas Robóticas Educacionais de Baixo Custo**. Revista Perspectivas em Ciências Tecnológicas, v. 5, n. 5, maio de 2016. p. 133-157.

LEGO GROUP. **The LEGO Group**. Disponível em: <<https://www.lego.com/en-us/aboutus/lego-group>>. Acesso em: 04 de março de 2017.

LEGO SHOP. Disponível em: <<https://shop.lego.com>>. Acesso em: 04 de março de 2017.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec Ltda, 2015.

MÉSZÁROS, István. **A Teoria da Alienação em Marx**. São Paulo, Boitempo, 2006.

MILL, Daniel; CÉSAR, Danilo. **Estudo sobre dispositivos robóticos na educação**: sobre a exploração do fascínio humano pela robótica no ensino-aprendizagem. In: MILL, D. (Org.). Escritos sobre educação: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes. São Paulo: 2013.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia – Chefia de Gabinete – REIT – CGAB. **Resolução nº 88, de 26 de dezembro de 2016**.

MIRANDA, Juliano Rodrigues; SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. **Robótica Pedagógica**: prática pedagógica inovadora. In: IX Congresso Nacional de Educação-EDUCERE, II Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, PUCPR, Curitiba, PR, Brasil. 2009.

MONK, Simon. **Programando o Raspberry Pi**: Primeiros Passos com Python. São Paulo: Novatec Ltda. 2013.

MORAES, Roque; RAMOS Maurivam Güntzel; GALIAZZI Maria do Carmo. **O processo de fazer ciência para a reconstrução do conhecimento em Química**: a linguagem na sala de aula com pesquisa. 2007. Artigo publicado na Sociedade Brasileira de Química. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/30ra/Workshop%20PUC%20URG.pdf>>. Acesso em: 04 de maio de 2017.

NIKU, Saeed Benjamin. **Introdução à robótica**: análise, controle, aplicações. Rio de Janeiro, LTC, 2015.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era digital. Porto Alegre: Artmed, 2008.

_____. **LOGO**: Computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PEREIRA, Fábio. **Microcontroladores PIC: Técnicas Avançadas**—16F627 e 16F628. 6 ed., São Paulo: Érica, 2008.

_____. **Microcontroladores PIC: Programação em C**. São Paulo: Érica, 2012.

PEREIRA, Jonathan Paulo Pinheiro; VALENTIM, Ricardo Alessandro de Medeiros; CASTRO, Bruno de Paiva e Silva. **Kit educacional para controle e supervisão aplicado a nível**. Revista Científica do IFRN – Holos, v. 2, n. 25, p. 5, 2009.

PIRES, J. Norberto. **Robótica: Das máquinas gregas à moderna robótica industrial**. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade de Coimbra. 2002.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel A. Gómez. **Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRADO, Fernando Leme. **Metodologia De Projetos**. São Paulo, Saraiva, 2011.

RICHARDSON, Matt; WALLACE, Shawn. **Primeiros passos com o raspberry pi**. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2013.

ROMANO, Vitor. Ferreira. **ROBÓTICA INDUSTRIAL: Aplicação na Indústria de Manufatura e de Processos**. São Paulo: Edgard Blücher LTDA. 2002;

ROMERO, Roseli Aparecida Francelin et al. **Robótica Móvel**. São Paulo: LTC, 2014.

SANTOS, Tatiana Nilson; POZZEBON, Eliane; FRIGO, Luciana Bolan. **A utilização de robótica nas disciplinas da educação básica**. Revista Técnico Científica do IFSC, v. 1, n. 5, p. 616, 2013.

SHAHINPOOR, Mohsen; GHESHMI, Siavash. **Robotic Surgery: Smart Materials, Robotic Structures, and Artificial Muscles**. CRC Press, 2014.

SILVA, F. R.; ESTECA, A. M. N.; DIAS, M. A. **An analysis of educational robots design**. In: WORKSHOP OF ROBOTICS IN EDUCATION, Conferências de Robótica, 6., 2015 Uberlândia.

SINCLAIR, I. R. **Sensors and Transducers**. 3. ed. Oxford OX2 8DP: Newnes. 2001.

STEVAN JUNIOR, Sergio Luiz; SILVA, Rodrigo Adamshuk. **Automação e Instrumentação Industrial com Arduino: teoria e projetos**. São Paulo: Érica, 2015.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 7 ed. São Paulo: Cortez, 1996.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga. **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações**. 8 ed. São Paulo: Érica, 2014.

TORCATO, Paulo. **O Robô ajuda?** Estudo do Impacto do uso de Robótica Educativa como Estratégia de Aprendizagem na disciplina de aplicações informáticas B. Congresso Internacional de TIC e Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. 2012.

VENTURA, Paulo Cesar Santos. **Por uma pedagogia de projetos:** uma síntese introdutória. Revista Educ. Tecnol., Belo Horizonte, v.7, n.1, p.36-41, jan./jun. 2002.

VERONEZ, Wanderley Marcílio. **Kits de Robótica Educacional como Ferramenta para Resolução de Problemas.** V Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia – V SINECT. Ponta Grossa, 2016.

VISHAY SEMICONDUCTORS, **TCRT5000, TCRT5000L:** Reflective Optical Sensor with Transistor Output. Disponível em: <www.vishay.com>, Acesso em: 24 de junho de 2017.

APÊNDICE A

ROTEIRO DE PESQUISA SEMIESTRUTURADA COM PROFESSORES

1. Quais disciplinas lecionam?
2. Costumam ministrar aulas experimentais?
3. Trabalha com sistemas embarcados, Arduino, PIC, Raspberry, etc? Acredita que durante a disciplina o aluno adquiriu um amplo conhecimento acerca de programação e montagem de um número considerável de *hardwares*?
4. Utilizam módulos didáticos em suas aulas? Estes módulos simulam de maneira adequada situações reais do cotidiano de um profissional técnico?
5. Como trabalham contextualização e interdisciplinaridade durante as aulas experimentais? Os módulos didáticos atuais lhes permitem realizar este feito de maneira adequada?
6. Se estivessem desenvolvendo um módulo didático para ser utilizado em suas disciplinas, que aspectos técnicos e pedagógicos julgam serem essências em seu dispositivo?

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TCLE

(OBSERVAÇÃO: para o caso de pessoas maiores de 18 anos e não incluídas no grupo de vulneráveis)

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido eu, _____, em pleno exercício dos meus direitos me disponho a participar da Pesquisa “**DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA EDUCACIONAL DE APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO E MONTAGEM DE *HARDWARE***”.

Declaro ser esclarecido e estar de acordo com os seguintes pontos:

O trabalho **DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA EDUCACIONAL DE APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO E MONTAGEM DE *HARDWARE*** terá como objetivo geral “Desenvolver uma plataforma educacional de apoio ao ensino e aprendizagem de programação e montagem de *hardware* que retrate de maneira adequada equipamentos reais automatizados, encontrados em indústrias que trabalhem com sistemas de esteiras transportadoras”.

RISCOS

A pesquisa não apresenta grandes riscos aparentes ou possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano dos participantes, pois as questões levantadas aos docentes, colaboradores na pesquisa, têm baixíssimo risco de provocar algum constrangimento para as partes envolvidas. Porém será esclarecido a todos os participantes os benefícios que possivelmente serão alcançados e também a plena garantia a liberdade do participante da pesquisa de desistir, recusar-se ou retirar o seu consentimento a qualquer momento, embora ciente de que será mantido em sigilo os dados fornecidos durante todas as fases da pesquisa, conforme termo de consentimento de livre e esclarecido.

BENEFÍCIOS

O professor poderá demonstrar de forma prática conceitos teóricos de fenômenos físicos elétricos, bem como a utilização nestes fenômenos para acionamentos e controle de dispositivos elétricos, sobretudo, àqueles encontrados no cotidiano do aluno. Em paralelo, será possível, após a elaboração de algoritmos computacionais de controle de *hardware*, o aluno experimentar

o funcionamento de seu programa em um equipamento real, produzindo, assim, conhecimento significativo que evoluirá a medida que os sistemas se complexifiquem.

Transformando os professores em facilitadores da autonomia, conforme Boruchovitch e Bzuneck (2001). Pois, estes educadores nutrem as necessidades psicológicas básicas de autodeterminação, de competência e de segurança de seus alunos. Para que isso ocorra, eles oferecem oportunidade de escolhas e de *feedback* significativos, reconhecem e apoiam os interesses dos alunos, fortalecem sua auto regulação autônoma e buscam alternativas para levá-los a valorizar a educação, em suma, tornam o ambiente de sala de aula principalmente informativo.

A Plataforma Educacional a ser desenvolvida permitirá ao aluno, após compreensão dos processos de programação e montagem de *hardwares*, desenvolver novas formas mais eficientes de funcionamento dos equipamentos estudados, além elaborar e testar hipóteses a respeito da construção de novas tecnologias, tornando as aulas práticas mais interessantes e motivadoras ao aluno, que poderá externalizar, de acordo com seu querer, aquilo que aprendeu, não apenas em sala de aula, mas também, em seu cotidiano extra classe.

OBSERVAÇÕES

- Ao voluntário só caberá a autorização para **coletar informações através de entrevista**.
- O voluntário poderá se recusar a participar, ou retirar seu consentimento a qualquer momento da realização do trabalho ora proposto, não havendo qualquer penalização ou prejuízo para o mesmo.
- Será garantido ao participante o sigilo de sua identidade e imagem durante a pesquisa e na apresentação dos resultados, de forma a não causar constrangimentos momentâneos e futuros.
- Não haverá qualquer despesa ou ônus financeiro aos participantes voluntários deste projeto científico e não haverá qualquer procedimento que possa incorrer em danos físicos ou financeiros ao voluntário e, portanto, não haveria necessidade de indenização por parte da equipe científica e/ou da Instituição responsável.
- Ao pesquisador caberá o desenvolvimento da pesquisa de forma confidencial; entretanto, quando necessário for, poderá revelar os resultados através publicações científicas em eventos e periódicos científicos com fins de contribuir para o avanço da ciência nessa área, cumprindo as exigências da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.
- Visando amenizar os riscos de exposição, os nomes e imagens dos entrevistados serão preservados e apenas os dados serão utilizados para a construção da proposta de intervenção.

- O pesquisador se compromete com a confidencialidade dos dados e a garantia de que serão respeitados os direitos e autonomia dos voluntários. Considerando o disposto na resolução CNS nº 466/12 sobre benefícios da pesquisa: “[...] proveito direto ou indireto, imediato ou posterior, auferido pelo participante e/ou sua comunidade em decorrência de sua participação na pesquisa”.

Qualquer dúvida ou solicitação de esclarecimentos, o participante poderá contatar a equipe científica no número (69) 99233-4443 com RICARDO BUSSONS DA SILVA.

Comitê de Ética em Pesquisa do IFRO Endereço: Rua Sete de Setembro, 2090 – Porto Velho – RO. Telefone para contato: (69) 2182-9610

- Ao final da pesquisa, se for do meu interesse, terei livre acesso ao conteúdo da mesma, podendo discutir os dados, com o pesquisador, vale salientar que este documento será impresso em duas vias e uma delas ficará em minha posse.
- Desta forma, uma vez tendo lido e entendido tais esclarecimentos e, por estar de pleno acordo com o teor do mesmo, dato e assino este termo de consentimento livre e esclarecido.

Ricardo Bussons da Silva

Pesquisador responsável

Assinatura do Participante



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE RONDÔNIA -



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA EDUCACIONAL DE APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO E MONTAGEM DE HARDWARE

Pesquisador: RICARDO BUSSONS DA SILVA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 63639116.7.0000.5653

Instituição Proponente: Universidade Federal de Rondônia - UNIR

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.007.459

Apresentação do Projeto:

A proposta apresentada refere-se ao projeto de dissertação do proponente no programa de Mestrado Profissional em Educação Escolar - MEPE, da UNIR. A pesquisa apresenta caráter qualitativo e está relacionada ao ensino de programação de hardware, com o aprofundamento da compreensão de um determinado grupo social sobre o tema "programação e montagem de hardware" e tem como objetivo principal o desenvolvimento de uma plataforma educacional de apoio ao ensino e aprendizagem de programação de hardware que retrate de maneira adequada equipamentos reais automatizados, encontrados em indústrias que trabalhem com sistemas de esteiras transportadoras. Quanto à ética, apresenta como intervenção aos seres humanos uma pesquisa coletiva semi-estruturada com professores do ensino técnico integrado acerca dos materiais didáticos e metodologias de ensino utilizadas em suas aulas experimentais.

Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos são claros, se relacionam com as demais etapas do projeto de pesquisa e podem ser alcançados com a metodologia proposta.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Avaliação positiva da relação benefícios/riscos.

Endereço: Av. 7 de Setembro, 2090

Bairro: Nossa Senhora das Graças

CEP: 76.821-064

UF: RO

Município: PORTO VELHO

Telefone: (69)2182-9610

E-mail: cepi@ifro.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA -



Continuação do Parecer: 2.007.459

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A proposta apresenta estrutura de acordo com as exigências da Plataforma Brasil. Os pontos que não apresentavam clareza na primeira análise, foram corrigidos na atual versão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Atendem aos critérios éticos estabelecidos na legislação vigente.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não havendo mais pendências, o protocolo de pesquisa está apto para a execução e intervenção com seres humanos poderá ser realizada conforme previsto no cronograma apresentado nesta última versão.

Considerações Finais a critério do CEP:

O proponente deve submeter ao CEP o relatório final da pesquisa após sua execução.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_828423.pdf	04/04/2017 16:12:23		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DE_PESQUISA_CEP.pdf	04/04/2017 16:05:50	RICARDO BUSSENS DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	04/04/2017 11:12:43	RICARDO BUSSENS DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	07/03/2017 22:01:16	RICARDO BUSSENS DA SILVA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_DE_CONCORDANCIA_COM_PROJETO_DE_PESQUISA.PDF	10/12/2016 01:53:34	RICARDO BUSSENS DA SILVA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TERMO_DE_AUTORIZACAO_INSTITUCIONAL.PDF	10/12/2016 01:43:47	RICARDO BUSSENS DA SILVA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_DE_COMPROMISSO_PARA_COLETA_DE_DADOS.PDF	10/12/2016 01:40:13	RICARDO BUSSENS DA SILVA	Aceito
Brochura Pesquisa	ROTEIRO_DE_ENTREVISTA.pdf	09/12/2016 13:47:15	RICARDO BUSSENS DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Av. 7 de Setembro, 2090

Bairro: Nossa Senhora das Graças

UF: RO

Telefone: (69)2182-9610

Município: PORTO VELHO

CEP: 76.821-064

E-mail: cepi@ifro.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE RONDÔNIA -



Continuação do Parecer: 2.007.459

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO VELHO, 07 de Abril de 2017

Assinado por:

GISELLE CAVALCANTE SALDANHA DE ANDRADE
(Coordenador)

Endereço: Av. 7 de Setembro, 2090

Bairro: Nossa Senhora das Graças

CEP: 76.821-064


UF: RO


Município: PORTO VELHO

Telefone: (69)2182-9610

E-mail: cepi@ifro.edu.br

ANEXO B

 Ministério da Educação




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CÂMPUS PORTO VELHO - CALAMA


DECLARAÇÃO DE CONCORDÂNCIA COM PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA EDUCACIONAL DE APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO E MONTAGEM DE HARDWARE

Eu, MARINALDO FELIPE DA SILVA, Professor Dr. do Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar – Mestrado profissional em Educação Escolar da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, portador do RG: 247065 SSP/PB, CPF: 110.499.104-78 e SIAPE: 0396691 declaro que estou ciente do referido Projeto de Pesquisa do aluno RICARDO BUSSONS DA SILVA e comprometo-me em verificar seu desenvolvimento para que se possam cumprir integralmente os itens da Resolução 466/2012, que dispõe sobre Ética em Pesquisa que envolve Seres Humanos.




Prof. Dr. Marinaldo Felipe da Silva
Orientador




Ricardo Bussons da Silva
Orientando

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
Av. Calama, Lote 994, Quadra 169 – Flodoaldo Pontes Pinto – CEP: 76.820-441 – Porto Velho/RO – Telefone: (069) 2182-8901
Site: www.ifro.edu.br

ANEXO C

 Ministério da Educação



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CÂMPUS PORTO VELHO - CALAMA


TERMO DE COMPROMISSO PARA COLETA DE DADOS

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA EDUCACIONAL DE APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO E MONTAGEM DE HARDWARE

Pesquisador: RICARDO BUSSONS DA SILVA

O pesquisador do projeto acima assume o compromisso de:

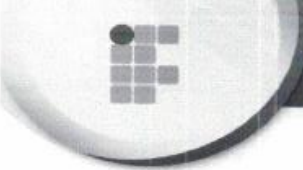
- I. Preservar a privacidade dos colaboradores cujos dados serão coletados;
- II. Assegurar que as informações serão utilizadas única e exclusivamente para a execução do projeto em questão;
- III. Assegurar que as informações somente serão divulgadas de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificar o sujeito da pesquisa.




Ricardo Bussons da Silva
Orientando

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
Av. Calama, Lote 994, Quadra 169 – Flodoaldo Pontes Pinto – CEP: 76.820-441 – Porto Velho/RO – Telefone: (069) 2182-8901
Site: www.ifro.edu.br

ANEXO D



Ministério da Educação




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CÂMPUS PORTO VELHO - CALAMA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Estamos cientes da intenção da realização do projeto intitulado **“DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA EDUCACIONAL DE APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO E MONTAGEM DE HARDWARE”** desenvolvida pelo pesquisador RICARDO BUSSONS DA SILVA, anulo do Mestrado Profissional em Educação Escolar - MEPE pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR, sob a orientação do professor DR. MARINALDO FELIPE DA SILVA, portanto estamos cientes e autorizamos o desenvolvimento da Pesquisa nesta instituição.

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/12. Esta instituição está ciente de suas co-responsabilidades como *instituição co-participante* do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem estar.

Porto Velho - RO, 08 de dezembro de 2016



Assinatura e carimbo do responsável institucional

Marcos André Mateus
Diretor Geral
IFRO Câmpus Porto Velho - Calama
Portaria nº 136 GR/IFRO de 10/02/2014

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
Av. Calama, Lote 994, Quadra 169 – Flodoaldo Pontes Pinto – CEP: 76.820-441 – Porto Velho/RO – Telefone: (069) 2182-8901
Site: www.ifro.edu.br